This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

A 524316

ENGINEERING LIBRARY

FROM THE LIBRARY OF
Professor Karl Heinrich Rau
OF THE UNIVERSITY OF HEIDELBERG
PRESENTED TO THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
BY
Mr. Philo Parsons
OF DETROIT
1871

TA
350
.H18

Einleitung

in die mechanischen

Lehren der Technologie,

in zwey Bänden.

Enthaltend einen Grundriß der Mechanik in Anwendung auf Gewerbe,

und eine

vollständige Aufzählung und Charakteristik

der

technischen Maschinen.

Zum Gebrauche

aller Jener, welche sich, theoretisch oder praktisch, mit der Technologie oder ihren Zweigen beschäftigen, vorzüglich auch für Künstler, Handwerker und Fabrikanten.

Von

Karl Karmarsch, 1803-79

vormahligem Assistenten der Technologie am k. k. polytechnischen Institute.

Mit einer Vorrede vom Professor G. Altmütter.

Erster Band.

Mit 413 Figuren auf 16 Kupfertafeln.

Wien, 1825.

Druck und Verlag von J. B. Wallishausser.

11706

Die

Mechanik

PARSONS LIBRARY University of MICHIGAN

in ihrer

Anwendung auf Gewerbe.

Zum Gebrauche

aller Jener, welche sich, theoretisch oder praktisch, mit der Technologie oder ihren Zweigen beschäftigen, vorzüglich auch für Künstler, Fabrikanten und Handwerker.

Von

Karl Karmarsch,

vormahligem Assistenten der Technologie am k. k. polytechnischen Institute.

Mit einer Vorrede vom Professor G. Altmütter.

Mit 413 Figuren auf 16 Kupfertafeln.

Wien, 1825.

Druck und Verlag von J. B. Wallishausser.

Vorrede.

Nicht in der Absicht, für das gegenwärtige Werk ein günstiges Vorurtheil zu erregen; wozu, wenn es dessen bedürfte, das von dem Verfasser bereits öffentlich Geleistete mehr als hinreichend seyn würde; auch nicht um demselben überhaupt Eingang zu verschaffen, denn auch in dieser Hinsicht wird es sich beym Gebrauch selbst hinreichend empfehlen, habe ich demselben die gegenwärtige Vorrede nach dem Wunsche der Verlagshandlung beygefügt. Mein Zweck dabey war kein anderer als der, jene Gründe öffentlich vorzulegen, die mich bestimmt haben, den Verfasser zur Abfassung und schnellen Vollendung desselben auf alle Weise aufzumuntern.

Seit ungefähr zwanzig Jahren ist die Zeit vorbey, wo man unter Technologie fast nichts mehr verstand, als eine bloße, oft nur zu kurze Erzählung einzelner Operationen und Handgriffe, und wo man mit einem Lehrbuche dieser Wissenschaft zufrieden war, wenn es für das bürgerliche Leben einige oberflächliche Begriffe über die allergewöhnlichsten Fabrikationsarten ertheilen konnte. Den

Reclass 10-31-39 MJ2 11-12-37 E.F.9.

Werth auch solcher Schriften verkenne ich eben so wenig, als mir jene unbekannt sind, in welchen weiter gegangen ist, und mehr geleistet wird. Allein der Charakter der neuern Industrie an sich, vorzüglich aber das, Behufs der schnellern und wohlfeilern Produktion, nach dem Beyspiele der Engländer seit wenigen Jahren so sehr erweiterte technische Maschinenwesen, erlaubt nicht mehr auf der bisher betretenen Bahn fortzugehen, welche unter diesen Umständen gewiß nicht zum Ziele führt. Mehrere Gewerbe sind in eines zusammengefallen, oder werden doch in einzelnen Fabriken unter derselben Leitung betrieben; andere sind ganz neu entstanden, oder doch in größerem Detail betriebene einzelne Zweige ehemaliger bloßer Handwerke; mit einem Worte, der Stand der Gewerbe selbst hat sich so geändert, daß in wissenschaftlicher Beziehung die Behandlung nach einzelnen Fabrikationsarten und Handwerken fast ganz unmöglich wird, so wie sie schon früher für den Praktiker, der nichts Neues auf diesem Wege erfuhr, ohne bedeutenden Nutzen seyn mußte.

Hier eine neue Behandlungsart zu finden, und bey derselben Alles zu leisten, was zu wünschen wäre, ist freylich nicht die Sache weniger Jahre, oder eines Einzigen. Vor der Hand mag es hinreichen, noch unbenützte Materialien zu sammeln, und sie auf eine Art zu ordnen, daß sie nicht nur für sich allein und für einen gewissen Zweck brauchbar bleiben, sondern einem künftigen Systeme der Technologie als Grundlage dienen können. Als ein dießfälliger Versuch, einen Theil des technischen Apparates mit dem Wirkungskreise des bürgerlichen Lebens in

sehr nahe unmittelbare Berührung nicht blos durch mündlichen Vortrag, sondern auch durch Selbstanschauung zu bringen, kann die von mir am hiesigen polyt. Institute errichtete Werkzeugsammlung gelten, über deren Zweck und übrige Beziehungen ich mich in der Vorrede zu der kürzlich erschienenen Beschreibung derselben weitläufig verbreitet habe. So großen Nutzen aber die genaue Kenntniß der wichtigsten Werkzeuge nach den Gründen des Gebrauches und der Construction haben mag; so bedeutende Vortheile die Bekanntmachung der ausländischen zum Theile schon gewährt hat; so ist doch dieser Theil des technischen Apparates nur der kleinere, und es bleibt auch für die produzirenden Maschinen, sowohl für den Vortrag, als auch zum Besten der Gewerbe und der Praktiker, etwas Aehnliches zu wünschen übrig.

Die Schwierigkeiten, die sich in der Darstellung der Maschinen beym Vortrage, bey beschränkter Zeit und einem großen, in der Regel nicht mit mechanischen Vorkenntnissen versehenen Auditorium finden, haben sich mir nur allzufühlbar gemacht. Es ist zwar allerdings möglich, mechanische Vorbegriffe, z. B. die vom Hebel oder Räderwerke, dort wo man sie braucht, populär zu erklären; eben so leicht lassen sich selbst die complicirtesten Maschinen, von der gehörigen Seite aufgefaßt, durch Zeichnungen versinnlichen; allein beydes nur mit einem ungeheuren Zeitverluste in Beziehung auf den Hauptzweck. Kaum bleibt daher eine andere Wahl, als entweder wegen Mangel an Zeit, den Umfang des Vortrages zu beschränken, oder in manchen, minder wichtigen Zweigen, die Maschi-

nen nur oberflächlich zu berühren, und so in beyden Fällen Lücken im Wissen der Schüler hervorzubringen, die, wenn auch im Allgemeinen der Zweck des technischen Vortrages erreicht wird, nicht leicht auszufüllen sind, da an Schriften, die zu diesem Zwecke unmittelbar geeignet, und mit dem practischen Vortrage der Technologie am k. k. polytechnischen Institute in Verbindung zu setzen wären, ein großer Mangel herrscht.

Diesem konnte nur abgeholfen werden durch ein Werk, aus welchem sich die Schüler über die nöthigen Vorkenntnisse mit leichter Mühe und ohne eigentliche mechanische Kollegien zu hören, selbst belehren könnten, und diese Rücksichten waren es, die mich, verbunden mit der jährlich wiederhohlten Erfahrung, bewogen haben, den Verfasser, in der Ueberzeugung seiner vollen Tüchtigkeit zu einem so schwierigen Unternehmen, zu demselben aufzumuntern.

Indessen wird jeder Sachkenner leicht sich überzeugen, daß das vorliegende Werk auch noch mehr ist, als ein bloßes Hülfsbuch für spezielle Vorlesungen. Ich würde die Beförderung dieser litterarischen Unternehmung vor mir selbst nicht entschuldigen können, wenn sie blos für meinen Hörsaal einen Werth hätte; denn leider werden nur gar zu viele Lehr- und Handbücher dem Publicum aufgedrungen, die für beschränkte Ort- und Zeitverhältnisse berechnet, demselben uninteressant und gleichgültig bleiben müssen. Man erinnere sich übrigens auf die oben angeführten Betrachtungen und Erfahrungen, man setze an die Stelle meiner Schüler, den wissenschaftlich nicht

gebildeten Gewerbtreibenden oder sonst Jemand, dessen Beruf oder Interesse nähere Bekanntschaft mit technischen Gegenständen erfordert: und man wird finden, daß bey den letztgenannten alle jene Schwierigkeiten, sich klare Einsicht in die berührten Gegenstände zu verschaffen, noch in viel höherem Grade sich finden, indem hier nicht einmahl mündliche Belehrung vorausgesetzt werden kann. Spezielle Beziehungen endlich, die blos auf Ort und Zeit sich gründeten, oder Beschränkungen des Faches selbst nach solchen Rücksichten wird man durchaus nicht bemerken, und das Werk demnach überall brauchbar finden, wo es sich um populären Unterricht über technisches Maschinenwesen überhaupt, selbst im weiteren Sinne, handelt.

Die vielen aus dem Kreise des practischen Gewerb-Betriebes genommenen Beyspiele, eine neue Anordnung, und manches Andere, unterscheiden auch den ersten Band hinreichend von andern Lehrbüchern der populären Mechanik. Ein ganz originelles, blos dem Verfasser anzurechnendes Unternehmen aber ist der zweyte Theil, nähmlich die Aufzählung und Charakteristik aller technischen Maschinen. Schon die unendliche Mühe, mit welcher besonders die in ausländischen Werken befindlichen Beschreibungen aufgesucht, genau verglichen, und bearbeitet werden mußten, dürfte den Dank des Publikums verdienen. Noch besser aber werden diese Arbeit Jene zu würdigen wissen, die zum Behufe praktischer Zwecke, Auskunft über einzelne Maschinen suchen, oder jene, welche zu irgend einem Zwecke eine noch nicht bekannte Maschine construiren, oder neu erfinden wollen, und welche sich hier mit einem Blicke beleh-

ren können, was in dieser Hinsicht bereits geleistet wurde, welche Prinzipien bereits benützt sind, und welche allenfalls erst noch zu benützen wären. Bey den im Inlande täglich zunehmenden Versuchen in dieser Hinsicht, dürfte der Nutzen dieser bisher noch nirgends versuchten Zusammenstellung wahrscheinlich von Niemanden verkannt werden.

Ueber das Detail der Behandlung endlich, welche überhaupt von der gewöhnlichen bedeutend abweicht, hat der Verfasser in seinen eigenen Vorreden zu beyden Bänden sich gerechtfertiget.

Wien den 12. September 1824.

G. Altmütter,
Professor der Technologie am k. k. polytechnischen Institute.

Inhalt und Uebersicht des ersten Bandes.

Vorrede des Professors G. Altmütter.
Einleitung und Vorrede des Verfassers. S. 1.

Begriff der Bewegung. Trägheit oder Beharrungsvermögen. Umstände, welche bey jeder Bewegung in Betrachtung kommen: 1) Richtung der Bewegung. Daher stammende Unterschiede. 2) Raum der Bewegung. 3) Zeit der Bewegung. Geschwindigkeit. Sätze hierüber. Winkelgeschwindigkeit. Gleichförmige, ungleichförmige; verzögerte, beschleunigte Bewegung. Freyer Fall der Körper. — Mechanisches Moment. Erfahrungen hierüber. Art, die Größe einer Kraft, oder ihr Moment auszudrücken. — Werkzeuge; Maschinen. Mechanik; Maschinenlehre, insbesondere technische. Geschäft der Maschinenlehre. Gang ihrer Entwickelung und Ausbildung. Wichtigkeit der Maschinenlehre für den Technologen. Plan und Uebersicht des Werkes. —

Erster Abschnitt.

Von den Mitteln, eine Bewegung hervorzubringen, oder den bewegenden Kräften.

§. 1. Einleitung. Seite 19.

I. Das Wasser.

§. 2. Erklärung der Wirkungsart desselben. Stoß des Wassers. S. 19.
» 3. Wasserräder, vertikale, horizontale, unterschlächtige. S. 20.
» 4. Regeln für die Construction der unterschlächtigen Wasserräder. S. 21.
» 5. Horizontale Schaufelräder, mit geraden, gekrümmten und beweglichen Schaufeln. S. 22.
» 6. Oberschlächtige Wasserräder. Mittelschlächtige Räder. S. 22.
» 7. Allgemeine Bemerkungen über die Anwendung des Wassers als bewegende Kraft. S. 23.

II. Wasserdampf.

§. 8. Vorläufige Bemerkungen. S. 24.
» 9. Beschreibung der wesentlichsten Theile einer Dampfmaschine. S. 24.

§. 10. Umstände, von welchen die Wirksamkeit einer Dampfmaschine abhängt. Schätzung ihrer Kraft. Rotirende Dampfmaschinen. S. 26.
„ 11. Geschichtliche Bemerkungen. S. 27.

III. Erhitzte Luft.

§. 12. Einleitung. S. 29.
„ 13. Maschine der HH. Niepce. S. 29.
„ 14. Cagniard de Latour's Maschine. S. 30.
„ 15. Maschine von Montgolfier und Dayme. S. 30.

IV. Wind.

§. 16. Vorbereitende Bemerkungen, Einrichtung einer Windmühle, S. 31.
„ 17. Bemerkungen über ihre Construction. — Segelwindmühlen, S. 32.
„ 18. Horizontale Windmühlen. Windmühle des Borgnis. S. 32.

V. Menschen- und Thierkräfte.

§. 19. Aufzählung der verschiedenen Arten, auf welche der Mensch seine Kraft in Ausübung bringt. Nothwendige Forderungen an jede hierzu bestimmte Vorrichtung. S. 34.
20. Thiere als bewegende Kraft angewendet. Vorrichtungen zur Uebertragung dieser Bewegung, und zwar: eine von Pferden durch Ziehen umgedrehte Welle; vertikale, schiefe und horizontale Treträder. Töpferscheibe, eine der Aehnlichkeit wegen hieher gehörige Vorrichtung. S. 35.
„ 21. Bewegliche Leiter des Borgnis, als Stellvertreter der Räder. S. 37.
„ 22. Schlußbemerkung über die Kraft der Menschen und Thiere, S. 38.

VI. Gewichte.

§. 23. Art, die Gewichte anzubringen. Ihre Anwendung zu den Mechanismen in Schauspielhäusern. Gewichte, welche man nach Erforderniß leichter oder schwerer machen kann. Aeltere Vorschläge. S. 39.
„ 24. Anwendung der Gewichte zur Hervorbringung kleiner und kurz dauernder Bewegungen, zum Spannen ꝛc. Beyspiele hiervon am Weberstuhl, an den Streckmaschinen der Baumwollspinnereyen, an den Ziehbrunnen, den Schmiedeblasbälgen, der Steindruckpresse. S. 40.

VII. Federn.

§. 25. Art, sie anzubringen. Erklärung ihrer Wirkung. Zwey Federn in einem Federhause. S. 41.
„ 26. Anwendung der Federn zur Hervorbringung kleiner Bewegungen. Verschiedene Arten solcher Federn; Beyspiele ihrer Anwendung. Schlagfeder der Feuergewehre. Federn der Schraubstöcke und Feilkloben, an Zangen und Zirkeln. Große Feder bey Eisenhämmern. Zuhaltungsfedern der Thürschlösser. Federn der Ventile in Orgelwerken. Mehrtheilige Federn. Feder an

dem Ventile der Windbüchsen; ähnliche in den Wagenlaternen und in dem Bramah'schen Patentschloß. S. 44.

§. 27. Federn an Armbrüsten und Drehbänken; an Schaf- und Tuchscheeren. Federzirkel. Federähnliche Vorrichtungen; Kluppzangen der Uhrmacher; Triebmaß ꝛc. Federn zur Regulirung einer Bewegung. Federn, welche eine Sache festzuhalten bestimmt sind; Beyspiel an den Oehren der Metallknöpfe. — Wagenfedern. S. 46.

VIII. Einige andere Mittel, Bewegung hervor zu bringen.

§. 28. Der Rauch. Sarrebourg's Quecksilberrad. Bonnemains Vorrichtung mit durch Wasser erwärmten Metallstängelchen. Henry's Vorschlag zur Benützung des Schießpulvers. Galand's Dampfmaschine mit einem durch Brennspiegel erhitzten Kessel. Elektrisches Pendel. Sand. S. 48.

Zweyter Abschnitt.

Von den Elementen der Maschinen und deren gewöhnlichsten Anwendungen.

Erste Abtheilung.

Elemente der Maschinen.

§. 29. Erklärung dieses Ausdruckes. Zahl der einfachen Maschinen. S. 50.

I. Der Hebel.

§. 30. Definition des Hebels. Drehungs- oder Unterstützungspunkt. S. 50.

» 31. Arme des Hebels. Einarmiger, gleicharmiger, ungleicharmiger Hebel. Unterlage. S. 51.

» 32. Geschwindigkeiten am Hebel. S. 51.

» 33. Gleichgewicht am zweyarmigen Hebel. Gleichgewicht einer hölzernen oder metallenen Stange. Anwendung des zweyarmigen Hebels. S. 52.

» 34. Kraft und Last. Anwendung des Vorigen auf Maschinen. S. 53.

» 35. Beyspiele von der Benützung des zweyarmigen Hebels. Die Schalenwage. Die Schnellwage. Allerley Werkzeuge. Der Hahn eines Flintenschlosses. Fühlhebel; Pumpbrunnen. Der Schmiede-Blasbalg. Metallscheeren. Eisenhämmer. S. 54.

» 36. Winkelhebel. Anwendungen desselben. Glockenzüge der Hausthüren. Hebende Fallen der Thürschlösser. Zwey Arten deutscher Kassenschlösser. Schlösser mit Zugriegeln. Drehbank zum Schraubenschneiden. S. 56.

» 37. Einarmiger Hebel. Gesetze desselben. S. 59.

» 38. Anwendungen: Die Schiebkarre. Messer zum Zerschneiden der Wurzeln ꝛc. Die Flachsbrechel. Hämmer der Walkmühlen. Die Tritte und die Lade an den Weberstühlen. Blechscheeren. Hebel des Sicherheits-Ventiles an Dampfkesseln. Zieh- oder Streckmaschine der Baumwollenspinnereyen. Der Vorfall in Taschenuhren. S. 60.

» 39. Schiefe Wirkung der Kräfte. S. 62.

§. 40. Mittel, derselben in gewissen Fällen abzuhelfen. S. 63.
» 41. Zusammengesetzter Hebel. Gesetze desselben. S. 64.
» 42. Anwendungen: Klappen an Blasinstrumenten. Hämmer in Papiermühlen. Hebelpressen zum Bücherdruck, vorzüglich jene des Grafen Stanhope. Mehrere Arten von Stechern an Scheibengewehren. S. 65.
» 43. Ideeller und materieller Hebel. Schluß. S. 68.

II. Das Rad an der Welle.

§. 44. Erklärung. Berechnung von Kraft und Last. S. 69.
» 45. Schiefe Wirkung der Kraft. Maschinen, welche als Anwendungen des Rades an der Welle zu betrachten sind. S. 70.
» 46. Verschiedene Arten, die Zapfen einer Welle zu unterstützen: Pfannen, Spitzen, einfache Löcher, Zapfenlager. S. 71.
» 47. Bewegliche Zapfenlager, vorzüglich bey den Cylindern der Walzwerke. S. 73.
» 48. Aehnliche Vorrichtungen an den Kalandermaschinen. S. 76.
» 49. Bewegliche Lager bey den Spindeln der Passig-Drehbänke. S. 77.

III. Die Rolle.

§. 50. Erklärung und Einrichtung. S. 78.
» 51. Einfache oder unbewegliche Rollen. Beyspiele ihrer Anwendung: an den Steindruckpressen, an Weberstühlen ꝛc. Maschinentheile, welche fälschlich ebenfalls Rollen genannt werden. S. 79.
» 52. Bewegliche Rollen. Ihre Theorie. Ihre Anwendung zur Aufhängung der Gewichte bey Uhren. S. 79.
» 53. Flaschenzüge. Berechnung derselben. Der Potenzen-Flaschenzug. Verbesserter Flaschenzug von Shouldham. S. 81.

IV. Die schiefe Ebene.

§. 54. Erklärung. S. 83.
» 55. Theorie der schiefen Ebene. Berechnung von Kraft und Last S. 83.
» 56. Anwendungen: zum Abladen großer Lasten; bey den Seidenzwirnmühlen; an Drehbänken, welche zum Schraubenschneiden bestimmt sind; bey einer in England erfundenen Pumpe. S. 85.

V. Der Keil.

§. 57. Erklärung. Arten des Keils. S. 86.
» 58. Anwendung des Keils: 1.) um Körper zusammen zu drücken. Beyspiele die Oehlpressen; 2.) um Körper fest zu stellen. Beyspiele: an den Gestellen großer Maschinen; an den Hobeln und Streichmaßen der Tischler; an den englischen Ziehklingen; zum Schließen der Buchdruckerformen; 3.) um Lasten zu heben; 4.) um feste Körper zu spalten. S. 86.
» 59. Theorie des Keils. S. 88.

VI. Die Schraube.

§. 60. Einleitung. Erklärung der Schraube. S. 89.
» 61. Entstehung der Schraubenlinie. S. 89.

§. 62. Berechnung von Kraft und Last. Reibung an der Schraube. S. 90.

» 63. Bewegung der Schraube. I. Bewegung der Spindeln. 1) Unmittelbar mit der Hand. 2) Mittelst eines Hebels. 3) Mit einer Kurbel. 4) Mit Schraubenziehern. 5) Mit einem Schraubenschlüssel. 6) Durch Räderwerk. S. 91.

» 64. II. Bewegung der Muttern. 1) Unmittelbar mit der Hand. 2) Mittelst eines Schlüssels. S. 96.

» 65. Anwendung der Schrauben. 1) Zur Vereinigung von Körpern. 2) Zur Ausübung eines starken Druckes. Schraubenpressen. Schraubstöcke, Feilkloben, Schraubzwingen. 3) Zum Feststellen. Druck- oder Stellschrauben. Beyspiel an dem Reitstock der Drehbänke; an den Drehstühlen der Uhrmacher; an den englischen Streichmaßen; an Schraubenschlüsseln; bey den Schraubenkluppen; Stangenzirkeln; Uhrmacher-Zusammensetzer. Feststellung des Reitstockes an den Prisma-Drehbänken, und an den gemeinen Drehbänken. Stellmuttern: an Uhrmacherwerkzeugen; bey Walzwerken; an Federzirkeln; bey den Nuthhobeln der Tischler. 4) Zur Hervorbringung einer langsamen Bewegung. Führungsschrauben. Arten derselben. Beyspiele ihrer Anwendung: bey den Metallhobeln, den englischen Parallel-Schraubstöcken, dem Reitstock der gemeinen Drehbänke; ferner bey den Supports der Drehbänke und Schraubenschneidmaschinen. Besondere Art von Stellung bey den Cylindern mancher Walzwerke. Führungsschrauben an Spinn- und Spulrädern, bey allerley Arten von Zirkeln und anderen Werkzeugen. Aufgeschlitzte und gespaltene Schraubenmuttern. Mikrometerschrauben. Voigtländer's Wollmesser. Surrogat für Mikrometerschrauben, von Prony. S. 97.

» 66. Forderungen an eine gute Schraube. S. 121.

» 67. Eintheilung der Schrauben. I. Nach der Art des Materials. II. Nach ihrer Verfertigungsart. III. Nach der äußern Gestalt. S. 123.

» 68. Von der Verschiedenheit der Schrauben in Rücksicht der Gestalt ihrer Gänge. Scharfgängige, rundgängige, flachgängige Schrauben. Holzschrauben. S. 123.

» 69. Von der Verschiedenheit der Schrauben in Rücksicht auf die Zahl der Gänge. Eingängige, mehrgängige Schrauben; auszeichnende Eigenschaften der letztern. Beyspiele ihrer Anwendung: bey den Buchdruckerpressen, Durchschnitt- und Prägmaschinen, Papierpressen. Eine wenig bekannte Art von Bohrer. Französische Siegelpresse. Mehrgängige Schrauben aus Holz. S. 125.

» 70. Von der Verschiedenheit der Schrauben in Rücksicht auf die Lage ihrer Gänge gegen die Axe der Spindel. Rechte, linke Schrauben. Ihre Unterschiede. Beyspiele von der Anwendung linker Schrauben. Die Schrauben an Wagenaxen. Linke Drehstifte der Uhrmacher. Eine besondere Art Zirkel. Englischer Korkzieher. Recht-linke Schrauben; ein Versuch des Professors Altmütter. S. 130.

Zweyte Abtheilung.

Anwendungen der mechanischen Elemente, deren man sich bey der Ausführung von Maschinen zu gewissen allgemeinen Zwecken bedient.

Erste Unterabtheilung.

Vorrichtungen, welche zur Fortleitung der Bewegung mit veränderter oder unveränderter Geschwindigkeit bestimmt sind.

I. Schnurräder.

§. 71. Erklärung. Endlose Schnur. Erläuterung ihrer Wirkung. Berechnung. Gekreuzte Schnur. S. 133.
» 72. Mittel zum Spannen der endlosen Schnur. S. 135.
» 73. Riemen und Ketten statt der Schnüre. Vaucanson's Bandketten. Streifen aus Kupferblech, nach dem Vorschlage des Engländers Davis. Gelenkketten. S. 137.
» 74. Räder mit veränderlichem Schnurlauf. Mehrere Rollen an einer Axe. Zwey abgestutzte Kegel. Flint's Schnurrad. Eine andere Art. S. 39.
» 75. Anwendung der Schnurräder. Mehrere Räder oder Rollen durch eine einzige Schnur in Bewegung gesetzt. Das Seilerrad. Zwirnmühlen. Krämpelmaschine für Schafwolle. Schnurräder zur Umänderung der horizontalen Bewegung in eine vertikale. S. 141.
» 76. Einige der Aehnlichkeit wegen hieher gehörige Vorrichtungen. Die Wippe an Drehbänken. Der Drehbogen. Der Karren der Buchdruckerpresse. Die Schäfte am Weberstuhl. Die Rennspindel. S. 146.

II. Verzahnte Räder.

§. 77. Einleitung. Zähne, Verzahnung. Ränderir-Räder. Hermann's Flachsspinntisch. S. 149.
» 78. Verschiedene Arten gezahnter Räder. Stirnräder, Kamm- oder Kronräder. Konische Räder. Getriebe, Trillinge. S. 152.
» 79. Berechnung der Geschwindigkeit beym Räderwerk. S. 153.
» 80. Anleitung zur Construction eines Räderwerkes bey gegebener Geschwindigkeit des letzten Getriebes. S. 154.
» 81. Berechnung von Kraft und Last. S. 157.
» 82. Andere Art der Räderverbindung. Berechnung. S. 158.
» 83. Vergleichung der gezahnten Räder mit den Schnurrädern. S. 160.
» 84. Gezahnte Stangen und Kreisbogen. Räder, die während der Drehung ihren Ort verändern. Ovale und eckige Zahnräder. S. 161.
» 85. Eigenschaften einer guten Verzahnung. Bedingungen dazu: 1) Stellung der Zähne. S. 162.
» 86. 2) Form der Zähne. S. 163.
» 87. De la Hire's Vorschlag in Absicht auf die Berechnung des Räderwerkes. S. 170.
» 88. 3) Hinreichende Stärke der Zähne. Allerley Vorschläge. Einkeilen der Zähne. S. 171.
» 89. Anwendung der Verzahnungen. Gemeine verzahnte Räder. Das Räderwerk einer Mahlmühle. Zündlochbohrer. Machell's

Ringsäge. Metallbohrer von Fritz. Selbstzählender Garnhaspel. Bratenwender. S. 172.

§. 90. Die Taschenuhr. Beschreibung des Räderwerkes. Das Vorlegewerk, Zeigerwerk. Berechnung. S. 177.

„ 91. Gezahnte Räder, welche drehende und fortschreitende Bewegung zugleich besitzen. Räderpressen in den Papierfabriken. Englische Bohrmaschine. Zirkel zur Verzeichnung von Epicycloiden. Vorrichtung zur Hervorbringung solcher Linien auf der Drehbank. Suardi's geometrische Feder. Hierher gehörige Vorrichtung an Dampfmaschinen. Mechanismus der Sonnenbewegung in Uhren. S. 183.

„ 92. Verzahnte Kreisbögen. Bogenzirkel. Correction der Taschenuhr. Siegelpresse von eigenthümlicher Construction. — Gezahnte Stangen. Bretschneidmühlen. Vertikale Bohrwerke. Eisenbahnen für Dampfwägen. Draht-Ziehwerke. Stampfmühlen. Wagenwinde. Schneidzirkel. Französisches Kassenschloß. Einige andere hieher gehörige Vorrichtungen. Seite 192.

„ 93. Geriffelte Walzen, und deren vorzüglichste Anwendung bey Brechmaschinen für Flachs und Hanf. Christian's, Bellasnet's, Catlinetti's Maschine. S. 196.

III. Schraube ohne Ende.

§. 94. Erklärung. Berechnung der Kraft und Last. S. 200.

„ 95. Beyspiele von der Anwendung der endlosen Schraube, um mittelst derselben eine große Gewalt hervorzubringen. Bohr-Vorrichtung an Drehbänken. Apparat zum Spannen der Kette am Tapetenstuhle. Die Wagenwinde. Frühere Beyspiele: Federspannung in den Uhren. Die Schraube ohne Ende als Mittel angewendet, eine sehr langsame Bewegung hervorzubringen: bey Drehorgeln, an dem Spinnrade des Antis, an Versetzköpfen und Supports; bey Garnhaspeln und astronomischen Instrumenten. Anwendung der endlosen Schraube, um eine sehr schnelle Bewegung hervorzubringen. Beyspiele davon in Spielwerken und bey Bratenwendern. S. 202.

„ 96. Einige der endlosen Schraube ähnliche Vorrichtungen. Zwey in einander greifende Schraubenspindeln. Die Schraube im Eingriff mit gezahnten Stangen. Beyspiele davon an Tabakschneidmaschinen und Bohrwerken. S. 205.

IV. Kurbel.

§. 97. Erklärung. Bewegung der Kurbel durch Menschenhand. S. 206.

„ 98. Theorie der Kurbel. Zwey Kurbeln an einer Welle. Zusammengesetzte Kurbel. Beyspiele hiervon an dem Klappergeschirr der Seiler. S. 207.

„ 99. Bewegung der Kurbel durch eine Ziehstange. Surrogat dieser Vorrichtung bey Drehbänken. Mittel, die Kurbel immer oben zu erhalten. Kurbel mit einer beliebig zu verlängernden Ziehstange. S. 210.

„ 100. Fortsetzung des Vorigen. S. 212.

„ 101. Vorrichtungen, wobey die Bewegung von der Kurbel ausgeht, und auf eine gerade Stange übertragen wird. Beyspiel hiervon bey den Sägemühlen. S. 213.

„ 102. Gekröpfte Stangen. Die Brustleyer. Doppelter und dreyfacher Krummzapfen Kurbeln von veränderlicher Länge. S. 213.

§. 103. Kurbelscheiben. Aehnliche Vorrichtung zum Drahtziehen. Mittel, die Bewegung der mit der Warze verbundenen Stange geradlinig zu machen. S. 215.

V. Daumenwellen.

§. 104. Vorläufige Bemerkungen über Stampfwerke im Allgemeinen. Zwey Arten derselben. Die Daumenwelle. Däumlinge, und ihre Stellung auf der Welle. Bedingungen zur Erzielung einer leichten und gleichförmigen Bewegung. Eiserne Däumlinge. S. 217.
„ 105. Verschiedene Einrichtungen der Stampfer, welche größtentheils auf Verminderung der Reibung abzwecken. S. 222.
„ 106. Fortsetzung. S. 223.
„ 107. Bedingungen, wovon die Wirkung der Stampfer abhängt. S. 224.
„ 108. Stampfwerke mit Hämmern. S. 224.
„ 109. Aufzählung jener Maschinen, welche durch Daumenwellen betrieben werden. 1) Eigentliche Stampf- oder Pochmühlen. 2) Papiermühlen. 3) Walkmühlen. 4) Pantschmaschinen. 5) Oehlpressen. 6) Eisen- und Kupferhämmer. 7) Glätthämmer der Papierfabriken. Andere hieher gehörige Vorrichtungen: Schlagnägel in Uhren; Stiftchen-Walzen in Spielwerken. S. 225.
„ 110. Fortsetzung. Mechanismus zur Bewegung der Zangen in den Drahtzügen. Maschine zum Hobeln von Holzspänen. Vorrichtung an Bandmühlen. Bewegung der Blasbälge auf Hüttenwerken. S. 228.
„ 111. Beschreibung mehrerer der Daumenwelle ähnlichen Vorrichtungen. S. 229.

VI. Excentrische Scheiben.

§. 112. Erklärung. Ueber die beste Form der excentrischen Scheiben. Verzeichnung der Herzscheibe. S. 231.
„ 113. Anwendung der excentrischen Scheiben: bey dem Spinnrade des Antis; bey Spinnmaschinen; bey Pumpen; bey den Seidenspulmaschinen. Vorrichtung zur Bewegung einer geraden Stange. S. 232.

VII. Stangenkünste.

§. 114. Einleitung. Beschreibung einer einfachen Stangenkunst. S. 236.
„ 115. Eine zusammengesetztere Art dieser Vorrichtung. S. 237.
„ 116. Zwillinge; und ein paar ähnliche Vorrichtungen. S. 237.

Zweyte Unterabtheilung.

Vorrichtungen, welche zur Regulirung einer Bewegung dienen, indem sie dieselbe auf eine gewisse Richtung, auf eine gewisse Geschwindigkeit beschränken, oder das Ungleichförmige ihrer Geschwindigkeit aufheben.

I. Sperr-Räder.

§. 117. Erklärung des Gebrauches und der Wirkung der Sperr-Räder. Beyspiele von ihrer Anwendung: bey Weberstühlen; bey

der Wagenwinde; bey den Stellschrauben der Walzwerke; bey Drehbogen; bey der Federspannung in Uhren. Das Schneckengesperr, und einige ähnliche Vorrichtungen. Sperr-Räder, welche sich beliebig nach einer oder der andern Richtung drehen lassen. Der Federwinder. S. 239.

§. 118. Stoßräder. Verschiedene Einrichtung derselben. Beyspiele: der Hadernschneider; die Strohschneidmaschine; die Tabakschneidmaschine; Sägmühlen und Bohrwerke; der Trommelstuhl. Ein paar ähnliche Vorrichtungen. S. 244.

„ 119. Maschinentheile, welche in ihrer Wirkungsart mehr oder weniger den Sperr-Rädern gleichen. Das Sperr-Rad der Versetzköpfe, und des Garnbaumes an Weberstühlen. Die Nuß am Gewehrschloß. Der Stern und der Rechen in Schlaguhren. Vorrichtung um das Ueberziehen bey Federuhren zu verhindern. S. 248.

II. Die Schnecke.

§. 120. Ihre Bestimmung und Erläuterung ihrer Wirkung. S. 255.

„ 121. Anwendung der Schnecke in Federuhren. Zwey Federhäuser in Verbindung mit der Schnecke. S. 257.

„ 122. Die Schnecke bey Bratenwendern; bey Göpeln; bey Valcourt's Baumwoll-Packmaschine. S. 260.

„ 123. Die Schnecke als Mittel zur Hervorbringung einer beschleunigten oder verzögerten Bewegung angewendet. Drehbank zum Schraubenschneiden. S. 262.

III. Excentrische Scheiben.

§. 123. a. Erklärung der durch sie bezweckten Wirkung. S. 265.

IV. Schwungräder.

§. 124. Einleitung. Schwungräder, Schwungscheiben, Schwungflügel. S. 266.

„ 125. Regeln für die Construction der Schwungräder. S. 267.

„ 126. Beyspiele von der Anwendung der Schwungräder. Maschinentheile, welche die Stelle eines Schwungrades vertreten. Die Rennspindel und die Spindel zum Spinnen. Schwungkugeln bey Pressen, Watt's Regulator für Dampfmaschinen (das sogenannte conische Pendel). S. 269.

V. Das Pendel.

§. 127. Erklärung des Wortes Pendel. Das einfache Pendel. Schwingungen des Pendels. S. 272.

„ 128. Sätze aus der Physik, das Pendel betreffend. Berechnung. Tafel über die Länge des Pendels bey verschiedenen Schwingungszahlen. S. 273.

„ 129. Benützung des Pendels bey Uhren. Gestalt und Aufhängungsart des Pendels. Regulirung seines Ganges. S. 276.

„ 130. Hindernisse der Pendelbewegung. Einfluß der Temperatur. Kompensations-Pendel: das Quecksilber-Pendel; Rostpendel; Pendel mit einer Kompensations-Feder. Berlingers Kompensations-Pendel. S. 278.

VI. Uhrenhemmungen.

§. 131. Begriff der Hemmung. S. 283.
„ 132. 1) Hemmungen für Taschenuhren. a) Die gemeine Steigradhemmung. Die Unruhe und Spiralfeder. S. 285.
„ 133. Bedingungen, von welchen die Schnelligkeit der Unruh-Schwingungen abhängt. Die Correction. Berechnung der Anzahl von Schwingungen in einer bestimmten Zeit. Berechnung des Räderwerkes für eine bestimmte Schnelligkeit der Unruh-Schwingungen. S. 289.
„ 134. Einfluß der Temperatur auf die Unruhe. Kompensations-Unruhen. S. 297.
„ 135. b) Die Cylinderhemmung. S. 299.
„ 136. 2) Hemmungen für Pendeluhren. a) Die Haken hemmung. S. 301.
„ 137. b) Graham's Ankerhemmung. S. 303.
„ 138. c) Lepaute's Hemmung. S. 305.
„ 139. d) Freye Hemmung von Mudge. S. 306.
„ 140. Allgemeine Bemerkungen. Bedingungen einer guten Hemmung. Eintheilung der Hemmungen. S. 307.

VII. Windfänge.

§. 141. Erklärung. Beyspiele von ihrer Anwendung. S. 309.
„ 142. Verschiedene Einrichtung der Windfänge. S. 310.

Dritter Abschnitt.

Von den Hindernissen der Bewegung.

§. 143. Einleitung. S. 312.

I. Reibung.

§. 144. Erklärung des Ausdruckes. Betrachtungen über die Ursache der Reibung. S. 313.
„ 145. Umstände, welche auf die Größe der Reibung Einfluß haben. S. 315.
„ 146. Mittel, die Reibung zu vermindern. S. 316.
„ 147. Fälle, in welchen die Reibung von Nutzen ist. S. 322.

II. Widerstand der Luft.

§. 148. Einleitung. Gegenmittel. S. 323.

III. Steifigkeit der Seile.

§. 149. Umstände, welche darauf Einfluß haben. Platte und hohle Seile. Steifigkeit der Ketten. Vaucanson's Bandketten. S. 324.

Einleitung und Vorrede des Verfassers.

Jeder Körper nimmt einen Theil des unendlichen Weltraumes ein, d. h. er befindet sich an irgend einem Orte, welchen kein anderer Körper einnehmen kann, ohne daß der erste verdrängt würde. So lange ein Körper seinen Ort unverändert beybehält, sagen wir, er sey in Ruhe, Bewegung heißt die Veränderung dieses Ortes, oder der Uebergang des Körpers aus einem Orte in den andern. Keine Bewegung erfolgt ohne eine veranlassende Ursache, und ohne diese Ursache würden daher alle Körper stets in Ruhe bleiben. Dasjenige, was eine Bewegung in den Körpern hervorzubringen vermag, wird die bewegende Kraft genannt. Eben so würde, wenn die bewegende Kraft allein thätig wäre, jede angefangene Bewegung unaufhörlich fortdauern müssen. Daß dieses in der Wirklichkeit nicht der Fall ist, weiß man; aber die Veranlassung dazu liegt in gewissen Hindernissen, von denen in einem eigenen Abschnitte des Werkes ausführlich die Rede seyn wird. Das Bestreben eines Körpers, in dem ihm eigenen Zustande der Ruhe oder Bewegung zu bleiben, nennt man die Trägheit, besser das Beharrungsvermögen, und sieht es als eine allgemeine Eigenschaft der Körper an.

Bey jeder Bewegung müssen folgende Umstände in Betrachtung gezogen werden: 1. die Richtung, nach welcher die Bewegung vor sich geht; 2. der von dem Körper durchlaufene Raum; 3. die zur Bewegung verwendete Zeit.

In Absicht auf die Richtung unterscheidet man die geradlinige Bewegung von der krummlinigen. Sowohl diese als jene kann wieder eine beständig fortschreitende, oder eine zurückkehrende Bewegung seyn. Unter den ver-

schiedenen Arten der krummlinigen Bewegung muß vorzüglich die Kreisbewegung, da sie am allerhäufigsten vorkommt, berücksichtigt werden, und wir erhalten demnach folgende Arten der Bewegung:

a. Die beständig fortschreitende geradlinige Bewegung. Diese bemerkt man z. B. an einer in gerader Richtung fortgestoßenen Kugel, an einem frey zur Erde fallenden Körper u. s. w.

b. Die zurückkehrende geradlinige Bewegung. Man sieht sie an vielen Maschinen, wie z. B. an den auf- und niedergehenden Kolbenstangen der Pumpwerke ꝛc.

c. Die beständig fortschreitende Kreisbewegung, welche, für sich allein, nur selten angetroffen wird. Etwas uneigentlich gehört hieher die Axendrehung der Körper, wobey zwar jeder außer dem Mittelpunkte liegende Theil einen Kreis beschreibt, der Körper selbst aber, als ein Ganzes betrachtet, seinen Ort nicht verändert.

d. Die zurückkehrende Kreisbewegung, wie man sie unter andern am Pendel, an der Unruhe der Taschenuhren u. s. w. bemerkt.

Die angeführten Arten der Bewegung können uns für einfach gelten, d. h. wir können sie als vollkommen ungemischt ansehen. Zwar wird in der Physik am gehörigen Orte bewiesen, daß jede krummlinige Bewegung durch die vereinigte Wirkung zweyer nach verschiedenen Richtungen strebenden Kräfte hervorgebracht werde oder werden könne, und daß etwas Aehnliches selbst mit vielen geradlinigen Bewegungen der Fall ist; allein diese Untersuchungen müssen hier schlechterdings unberücksichtigt bleiben. Wenn ich daher dem ungeachtet von zusammengesetzter Bewegung spreche, so verstehe ich darunter wirklich eine Verbindung der im Vorigen genannten Arten von Bewegung. Nahmentlich gibt es Fälle, in welchen ein Körper die Axendrehung mit einer fortschreitenden geradlinigen oder kreisförmigen Bewegung zugleich erfährt. Das erste bemerken wir z. B. an der Schraube, an einem umlaufenden Wagenrade;

das letzte bey einigen andern Gelegenheiten, die im Werke selbst erwähnt und besprochen sind (§§. 84, 91). Weder in einem noch in dem andern Falle können die Punkte des bewegten Körpers (den Mittelpunkt der Axendrehung ausgenommen) eine gerade Linie oder einen Kreis beschreiben; sondern ihr Weg wird eine Zusammensetzung aus beyden seyn, deren Erklärung außer meinem Plane liegt.

Indem ein Körper sich bewegt, d. h. seinen bisherigen Ort gegen einen andern vertauscht, durchläuft jeder Punkt desselben eine Linie, woran, außer der eben in Betrachtung gezogenen Richtung, auch eine gewisse Länge zu bemerken ist. Diese Linie heißt der Raum der Bewegung, und durch ihre Länge bezeichnet man die Größe dieses Raumes. Zur Zurücklegung des Raumes, also zur Bewegung, wird aber eine mehr oder weniger lange Zeit erfordert, und diese muß dabey nothwendiger Weise ebenfalls berücksichtigt werden. Zeit und Raum mit einander verbunden, geben den Begriff von Geschwindigkeit einer Bewegung, und man kann demnach den Grad der Geschwindigkeit nie anders ausdrücken, als indem man angibt, wie groß der von dem bewegten Körper in einer gewissen Zeit zurückgelegte Raum ist, oder wie viel Zeit zur Zurücklegung eines gegebenen Raumes nöthig war. Nach eben diesem Maaßstabe vergleicht man die Geschwindigkeit zweyer oder mehrerer bewegten Körper, und schließt z. B. auf eine größere Geschwindigkeit bey dem einen, wenn er in gleicher Zeit einen größern Raum durchläuft, oder, um einen gegebenen Raum zurückzulegen, weniger Zeit nöthig hat. Daraus gehen folgende auf die Bestimmung der Geschwindigkeit Bezug habende Sätze hervor, welche man in allen mechanischen und physikalischen Handbüchern findet:

1. Bey gleichem durchlaufenen Raume, und gleichen, zur Zurücklegung desselben erforderlichen Zeiten, ist die Geschwindigkeit zweyer Körper gleich.

2. Bey ungleichen Räumen, aber gleichen Zeiten, ist die Geschwindigkeit desjenigen Körpers größer, der den größern Raum zurückgelegt hat, und zwar stehen die Geschwindigkei-

ten genau in demselben Verhältnisse gegen einander, wie die Räume.

3. Bey gleichen Räumen und ungleichen Zeiten schreibt man demjenigen Körper eine größere Geschwindigkeit zu, welchem die kleinere Zeit entspricht; und das umgekehrte Verhältniß der Zeiten unter sich, drückt auch das Verhältniß der Geschwindigkeiten aus.

Durch die Anwendung dieser Sätze kann man es wohl dahin bringen, die Geschwindigkeit mehrerer bewegten Körper unter einander zu vergleichen; allein es geht daraus noch keineswegs eine für alle Fälle geltende Bestimmungsart hervor. Um eine solche zu erhalten, ist man überein gekommen, die Geschwindigkeit durch die Angabe des von einem bewegten Körper während einer Sekunde zurückgelegten Raumes im Fußmaße auszudrücken. So wird ein Körper, welcher in der Sekunde 20 Fuß durchläuft, viermal so schnell sich bewegen, als ein anderer, der während der genannten Zeit nur einen Raum von 5 Fuß zurücklegt.

Bey Körpern, welche sich im Kreise bewegen, läßt sich zwar die Geschwindigkeit ganz auf vorstehende Art bestimmen; allein es wird hier die Geschwindigkeit zuweilen auch auf eine andere Art ausgedrückt, indem man nähmlich auf die den zurückgelegten Bogen entsprechenden Winkel am Drehungspunkte Rücksicht nimmt, und jenen Körpern gleiche Winkelgeschwindigkeiten zuschreibt, welche in gleicher Zeit einen gleich großen (z. B. den 4ten, 5ten, 8ten) Theil des Umkreises zurückgelegt haben. Wenn sich z. B. (Taf. I. Fig. 18.) zwey Körper in den Kreislinien N M O P und n m o p um den Mittelpunkt C bewegen, und man annimmt, daß der eine von ihnen in derselben Zeit von N nach M gelangt, während welcher der andere den Weg n m zurücklegt; so sagt man, beyde Körper bewegen sich mit gleichen Winkelgeschwindigkeiten, weil sie in gleicher Zeit zwey verschiedene, aber einem einzigen Winkel, M C N, zugehörige Kreisbogen, durchlaufen. So bewegen sich z. B. die Theile eines in Umdrehung begriffenen Rades mit gleichen Winkelgeschwindigkeiten, ungeachtet

die dem Umfange näher liegenden Punkte sich weit schneller drehen, als die unweit dem Mittelpunkte befindlichen.

Wenn ein sich bewegender Körper in jedem gleichen Zeittheile einen gleich langen Weg (z. B. in jeder Sekunde fünf Fuß) zurücklegt, so ist seine Bewegung gleichförmig; wenn hingegen die Geschwindigkeit desselben nicht zu allen Zeiten vollkommen gleich ist, so entsteht eine ungleichförmige Bewegung. Die letztere kann entweder ganz unregelmäßig seyn, oder ihre Ungleichförmigkeiten können ein gewisses Gesetz befolgen. Von der ganz unregelmäßigen Bewegung sprechen wir hier, da sie nie absichtlich hervorgebracht wird, und in der Praxis immer mit Nachtheilen verbunden ist, nicht weiter; dagegen müssen wir die regelmäßig-ungleichförmige Bewegung etwas näher betrachten. Man unterscheidet sie wieder in die beschleunigte und verzögerte Bewegung, je nachdem sie zu Anfang am langsamsten oder schnellsten vor sich geht, und gegen das Ende hin an Geschwindigkeit entweder zu- oder abnimmt.

Verzögerte Bewegung, welche wir z. B. an einer auf ebenem Boden fortgestoßenen Kugel, oder an einem senkrecht in die Höhe geworfenen Körper bemerken, entsteht, wenn die Kraft nur eine kurze Zeit bewegend wirkt, der Körper aber durch die ihm entgegenstehenden äußern Hindernisse allmählig wieder zur Ruhe gebracht wird. Sie ist entweder gleichförmig oder ungleichförmig verzögert, je nachdem die Abnahme der Schnelligkeit in jedem auch noch so kleinen Zeittheilchen gleichmäßig geschieht oder nicht.

Um einen Körper in gleichförmige Bewegung, bey welcher die Geschwindigkeit sich nie ändert, zu setzen, würde (wenn keine äußern Hindernisse vorhanden wären) ein augenblicklicher Antrieb der Kraft hinreichen. Soll jedoch diese Bewegung, trotz der Hindernisse, gleichförmig bleiben, so muß die bewegende Kraft anhaltend, aber nur in solchem Grade auf ihn wirken, daß der Widerstand der erwähnten Hindernisse eben aufgehoben wird. Denkt man sich die Hindernisse weg, und die Kraft anhaltend in ihrer anfänglichen Stärke auf den Körper wir-

kend, so muß seine Geschwindigkeit in jedem Augenblicke zunehmen; man erhält mithin eine beschleunigte Bewegung, und zwar eine gleichförmig beschleunigte, weil jene Zunahme in jedem auch noch so kleinen Zeittheilchen gleich viel beträgt.

Das bekannteste Beyspiel der gleichförmig beschleunigten Bewegung ist der freye Fall der Körper, d. h. das durch die Schwere ihnen mitgetheilte Bestreben, sich der Erde in senkrechter Richtung zu nähern. Vermöge dieses Bestrebens durchläuft (wie zahlreiche Versuche gelehrt haben), jeder Körper in der ersten Sekunde seines Falles ungefähr 15 Fuß. Würde nun keine Kraft mehr auf ihn wirken, so müßte er mit der gleichförmigen Geschwindigkeit von 15 Fuß bis zur Erde gelangen; dieses ist aber nicht der Fall. Die Schwere treibt ihn vielmehr fortwährend zur Bewegung an, vermehrt mithin jeden Augenblick seine ursprüngliche Geschwindigkeit; und so kommt es, daß im Verlaufe der zweyten Sekunde der Körper schon nicht mehr 15, sondern 45 Fuß zurücklegt. In den folgenden Sekunden beträgt der Weg des fallenden Körpers immer mehr, und zwar hat man gefunden, daß die den einzelnen Sekunden zukommenden Räume sich genau so verhalten, wie die ungeraden Zahlen: 1, 3, 5, 7, 9, 11 u. s. w. Der Fallraum beträgt demnach

in der ersten Sekunde $1 \times 15 = 15$ Fuß
— — zweyten — $3 \times 15 = 45$ —
— — dritten — $5 \times 15 = 75$ —
— — vierten — $7 \times 15 = 105$ —
— — fünften — $9 \times 15 = 135$ —
— — sechsten — $11 \times 15 = 165$ —
— — siebenten — $13 \times 15 = 195$ — u. s. w.

Der Raum, durch welchen der Körper in einer gegebenen Anzahl Sekunden fällt, wird mittelst Addition der obigen Zahlen leicht gefunden. Der zurückgelegte Weg beträgt nähmlich zu Ende der

ersten Sekunde 15 Fuß
zweyten — 60 —
dritten — 135 —

vierten Sekunde 240 Fuß
fünften — 375 —
sechsten — 540 —
siebenten — 735 — ꝛc.

Die Geschwindigkeit des freyen Falles (oder, eigentlicher zu reden, das Bestreben mit einer gewissen Geschwindigkeit zu fallen,) ist bey allen Körpern gleich; allein der Widerstand, welchen die Luft dem Fallen der Körper entgegensetzt, kann dieselbe nach Umständen in verschiedenem Maße verringern. So fallen z. B. ein Stück Eisen und eine Feder, ein kleines und ein großes Stück derselben Substanz, in dem durch Kunst nach Möglichkeit von Luft entleerten Raume mit gleicher Geschwindigkeit (im Freyen bekanntlich nicht.)

Ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetzter Körper wirkt auf einen andern, mit dem er in Berührung kommt, eben so, wie die bewegende Kraft ursprünglich auf ihn selbst gewirkt hat. Hierauf gründet sich die Möglichkeit, eine Bewegung durch Maschinerie nach Belieben fortzupflanzen. Der Erfolg, welcher daraus hervorgeht, d. h. die Wirkung, welche ein sich bewegender Körper auf einen andern äußert, hängt von zwey Umständen ab, nähmlich von der Masse des thätigen Körpers, und von der Geschwindigkeit seiner Bewegung. Unter Masse versteht man die gesammten Theile eines Körpers, welche alle zugleich sich wirksam zeigen, und deren Menge daher nothwendig von bedeutendem Einflusse seyn muß. Man nennt das Produkt aus der Masse eines bewegten Körpers in seine Geschwindigkeit, das mechanische Moment, oder (wiewohl unpassend), die Menge der Bewegung. Da uns bekanntlich kein anderes Mittel, die Größe der Masse eines Körpers auszudrücken, zu Geboth steht, als die Angabe seines Gewichtes, so findet man das mechanische Moment durch Multiplikation des Gewichtes mit der Geschwindigkeit. Wird einer dieser Faktoren, oder werden beyde vergrößert, so wächst auch das Moment, und mithin die Wirkung der ganzen Bewegung. Daher hat bey gleichen Massen (oder Gewichten) zweyer Körper derjenige von ihnen das größere

Moment, welcher mit größerer Geschwindigkeit sich bewegt; und wenn die Geschwindigkeiten gleich sind, so stehen die Momente in demselben Verhältnisse gegen einander, wie die Massen. Daß man den Mangel an Geschwindigkeit eines bewegten Körpers durch Vergrößerung seiner Masse, so wie hinwieder den Abgang an Masse durch schnellere Bewegung ersetzen kann, lehrt eine große Zahl von Erfahrungen, von welchen ich hier nur wenige auszuheben nöthig finde.

Das Einschlagen eines Nagels mittelst eines großen und schweren Hammers wird selbst dann leicht vor sich gehen, wenn man den letztern nur wenig dabey aufhebt, und mit geringer Schnelligkeit handhabt. Dagegen läßt sich der nähmliche Erfolg mit einem viel kleineren Hammer ebenfalls hervorbringen, allein man muß denselben mit mehr Geschwindigkeit führen, um dadurch sein Moment wieder bis auf den nöthigen Grad zu vergrößern. Gar manche Wirkungen würde man durch langsamen Druck nie erzwecken, welche oft durch einen einzigen schnellen Stoß vollbracht werden; so das Einsprengen einer Thür, das Einschlagen eines Pfahls in die Erde u. s. w. Eine hölzerne und eine eiserne Kugel, beyde von gleicher Größe, und mit gleicher Schnelligkeit geworfen, bringen einen sehr ungleichen Effekt hervor, weil ihre Masse, d. h. ihr Gewicht, so sehr verschieden ist. Aber man kann es wohl dahin bringen, daß die leichtere Kugel eben so viel Wirkung äußert, als die schwerere, indem man ihre Geschwindigkeit in dem nöthigen Verhältnisse vermehrt. So bringt eine aus einem Blaserohr geworfene Thonkugel wegen ihrer bedeutenden Geschwindigkeit einen für ihr geringes Gewicht sehr großen Effect hervor; und selbst unsere Geschützkugeln könnten bey weitem nicht so zerstörend wirken, wenn sie nicht durch die Kraft des Pulvers ganz außerordentlich schnell fortgetrieben würden. Viele technische Maschinen erlangen fast bloß durch die schnelle Bewegung gewisser ihrer Theile die gewünschte Brauchbarkeit; so die Rammklötze, Fallwerke, Stampfmühlen, Hammerwerke ꝛc. Bey allen diesen wird ein schwerer Körper auf eine gewisse Höhe gehoben, um frey wieder herabfallen, und auf unterge-

legte Substanzen wirken zu können. Die angeführten Sätze über das mechanische Moment lehren den Praktiker, den Effect jener Körper durch Vergrößerung ihres Gewichtes und ihrer Fallhöhe (weil durch letztere zugleich die Geschwindigkeit wächst) zu vermehren ꝛc.

Da es zur Bestimmung der absoluten Größe irgend einer Kraft kein anderes Mittel gibt, als die Angabe des Gewichtes, mit welchem dieselbe gleiche Wirkung hervorbringt, so läßt sich nach dem Angegebenen das Moment einer jeden Kraft berechnen. Dieses Moment ist an sich, unter einmal gegebenen Umständen, vollkommen unveränderlich, wenn auch die zwey Faktoren desselben einer Aenderung fähig sind. Der Effekt irgend einer Kraft läßt sich daher durch kein Mittel über die bestimmte Gränze erhöhen. Man kann es wohl dahin bringen, die Geschwindigkeit der Bewegung zu vergrößern; allein man verliert dadurch in eben demselben Verhältnisse an Intensität derselben, d. h. die Bewegung kann nunmehr von einem weit geringeren Widerstande aufgehalten werden. Umgekehrt vermindert sich nothwendig die Schnelligkeit der Bewegung, wenn, bey unverändertem Momente, der Widerstand sich vermehrt. Man würde daher sehr irren, wenn man es für möglich hielte, durch Maschinerie eine größere Wirkung hervorzubringen, als die bewegende Kraft an und für sich zu geben vermag. Das Moment der Kraft, als die Größe oder Menge der Bewegung betrachtet, kann sich ja nicht vergrößern, indem es auf eine Maschine übertragen wird; vielmehr geht, wie die Erfahrung lehrt, durch diese Uebertragung jedesmahl ein Theil der Wirkung verloren, wegen der äußern Hindernisse, welche dabey in allen Fällen Statt finden (vorzüglich Reibung). Maschinen können daher nur dienen, die Schnelligkeit einer Bewegung auf Kosten der Kraft-Intensität, oder diese auf Kosten jener, zu vermehren, die Richtung der Bewegung abzuändern, und überhaupt die bewegende Kraft zu einem bestimmten Zwecke anzuwenden, keineswegs aber etwa bey unveränderter Schnelligkeit mit einer und der nähmlichen Bewegungs-Ursache eine größere Kraftäußerung zu bewirken, als nach dem festgesetzten Momente möglich ist.

Obschon man die Größen kennt, von welchen das Moment einer Kraft abhängig ist, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, so fehlt es doch bis jetzt an einem allgemeinen Ausdrucke dafür, und an einer genauen Bestimmungsart desselben. Am zweckmäßigsten noch scheint es, die Last zu nennen, welche von der Kraft in einer bestimmten Zeit durch einen bestimmten Raum (also auf eine gewisse Höhe) gehoben werden kann, um hierdurch eine Vergleichung der verschiedenen Kräfte möglich zu machen. Nahmentlich hat man die Kraft der Thiere nach diesem Maßstabe zu schätzen gesucht (vergl. im Werke selbst, §. 22).

Zur Anwendung der bewegenden Kräfte, und zu ihrer Uebertragung auf andere Körper, sind gewisse Vorrichtungen nöthig, welche man, je nach ihrer verschiedenen Beschaffenheit, Werkzeuge oder Maschinen zu nennen pflegt. Es kann hier nicht der Ort seyn, in einer weitläufigen Erörterung den Unterschied zwischen Werkzeugen und Maschinen nachzuweisen, vorausgesetzt auch, daß sich die Gränzlinie zwischen beyden scharf genug ziehen ließe; doch muß bemerkt werden, daß die Benennung Maschine fast immer den Begriff von Zusammengesetztheit (in einem gewissen Grade nähmlich) mit sich zu führen scheint, obschon nicht alle complicirten mechanischen Vorrichtungen eben Maschinen heißen, wohl aber zuweilen sehr einfache Geräthschaften mit diesem Nahmen belegt werden.

Die Wissenschaft, deren Geschäft es ist, die Gesetze der Bewegung, und ihre Anwendung auf den Bau von Maschinen zu erklären, heißt Mechanik; von ihr verschieden, und bloß ein Theil derselben, ist die Maschinenlehre, welche sich vorzüglich mit der theoretischen und practischen Erklärung der Maschinen und ihres Gebrauches befaßt. In so weit diese sich auf die Erklärung der zu technischen Zwecken angewendeten Maschinen beschränkt, kann sie technische Maschinenlehre genannt werden.

Die Maschinenlehre würde wenig Verdienstliches haben, wenn sie sich bloß mit der Aufzählung und leeren Beschreibung einer Menge von Maschinen beschäftigen, und nicht vielmehr

den Bau derselben auf allgemeine Regeln zurückführen, ihre einzelnen Theile nach der Aehnlichkeit des zu Grunde liegenden Zweckes an einander reihen, und dadurch eine nutzvolle Vergleichung möglich machen wollte. Durch die Combination einer verhältnißmäßig geringen Zahl von Theilen werden, so sonderbar dieß scheinen mag, alle auch noch so sehr zusammengesetzten Vorrichtungen, welche wir bey den verschiedensten Gelegenheiten, und oft auf höchst überraschende Art wirksam sehen, hervorgebracht. Ohne langes Nachdenken sieht man jedoch ein, daß nicht aus der Kenntniß jener Elemente die praktische Mechanik ihren Ursprung erhalten hat, sondern daß im Gegentheil die Lehre von jenen einfachen Bestandtheilen erst aus der Bekanntschaft mit einer großen Zahl zusammengesetzter Mechanismen abstrahirt werden konnte. So wie überall, ist also auch hier der Gang, welchen die Wissenschaft bey ihrem Entstehen und bey ihrer Ausbildung genommen hat, jenem gerade entgegengesetzt, den alle unsere Lehrbücher aus einer natürlichen Ursache zu gehen gezwungen sind. Die ersten Maschinenbauer konnten bey ihrer Praxis nicht — wie unsere jetzigen — von allgemeinen Grundsätzen und Regeln ausgehen; sie mußten in allen Fällen unbedingt der Erfahrung folgen, und ähnliche Wirkungen durch ähnliche Mittel hervorzubringen suchen, ohne sich von dem Erfolge eben genaue Rechenschaft geben zu können. Bald mußte jedoch die Bemerkung gemacht seyn, daß dem bisherigen Chaos der Maschinenbaukunst unwandelbare Gesetze zu Grunde lägen, und von diesem Augenblicke war auch der erste Schritt zur Schöpfung einer wissenschaftlichen Mechanik bereits gethan. Man trachtete die Aehnlichkeiten zwischen gewissen Maschinentheilen näher zu bestimmen, versuchte von dem unwesentlichen Aeußern derselben abzusehen, und einfache Principien für ihre Anwendung aufzustellen; man fand bey genauerer Betrachtung, daß die Mittel, eine durch irgend eine Kraft hervorgebrachte Bewegung fortzupflanzen, zu reguliren, zu modificiren und zu hindern bey weitem nicht so zahlreich waren, als sich nach den unendlichen äußern und oberflächlichen Verschiedenheiten der bekannten Maschinen hätte

vermuthen lassen; man brachte endlich durch genauere Untersuchung des Wesens der Bewegung, so wie durch Beyziehung der Mathematik überhaupt, großes Licht in die Mechanik. So kam diese Wissenschaft nach und nach in ihren jetzigen Zustand, welchen sie den vereinigten Bemühungen so vieler ausgezeichneten Köpfe verdankt, und in welchem sie dem Techniker ganz besonders unentbehrlich geworden ist.

Aber nicht allein der praktische Arbeiter in irgend einem einzelnen Fache bedarf mechanischer Kenntnisse; in eben so hohem Grade hat derjenige sie nöthig, der sich mit dem Studium vieler mechanischen Gewerbe zugleich abgibt — also der Technolog.

Außer der Chemie ist keine einzige Wissenschaft für das Studium der Technologie so höchst nothwendig, als Mechanik, und deren praktischer Theil, die Maschinenlehre. Ihr verdankt die Technologie zum Theil ihre Existenz als Wissenschaft; sehr oft kommt diese in den Fall, sich auf Lehren der Mechanik berufen zu müssen; ja gewisse Zweige der Technologie sind ganz aus der Mechanik in dieselbe übergegangen, und haben nur durch diese Assimilation eine neue Form bekommen, so daß sie gegenwärtig wenigstens mit gleichem Rechte beyden Wissenschaften angehören. Alle diese Umstände machen Mechanik als Vorstudium für die Technologie unentbehrlich, wenn man sich anders nicht mit einer höchst oberflächlichen und stückweisen Kenntniß technischer Processe begnügen will. Abgesehen aber davon, daß die Mechanik so, wie unsere Lehrbücher sie gewöhnlich abhandeln, und wie sie in Collegien vorgetragen wird, eine gewisse Summe anderer, besonders höherer mathematischer Kenntnisse voraussetzt, welche als Vorstudium der Technologie nur selten gefordert werden können; fehlt es jenen Individuen, welche sich auf das interessante Studium der Technologie verlegen, meist an Zeit, Mechanik als Vorbereitung dazu sich in dem oben angegebenen Umfange anzueignen. Diese Betrachtungen mögen mich entschuldigen, wenn ich in der Ausarbeitung des vorliegenden Werkes eine Aufgabe zu lösen versuchte, welche seit mehreren Jahren einen

meiner Lieblingsgedanken ausmachte, und zu derer genügenden Erfüllung ich mich auf alle Weise tauglich zu machen gesucht habe. Frey von aller Furcht vor ungerechtem und hämischem Tadel halte ich es doch für meine Pflicht, dem nachsichtigen und billig denkenden Theile meiner Beurtheiler die Ansichten vorzulegen, welche mich während dieser Arbeit geleitet haben.

Ein Handbuch der Mechanik als Vor- und Hülfs-Studium der Technologie soll, meiner Meinung nach, zwey Hauptzwecke erfüllen. Es soll 1. mit den wesentlichsten Lehren der eigentlichen oder theoretischen Mechanik, so viel es nöthig und ohne Beyhülfe höherer mathematischer Kenntnisse möglich ist, bekannt machen; und 2. deutlich die Anwendung dieser Lehren auf Technologie zeigen. Ich habe beydes in dem ersten Bande meines Werkes zu thun versucht; und dieser würde daher wohl ein für sich abgeschlossenes Ganzes haben bilden können. Mehrere Umstände jedoch, und vorzüglich der von einem solchen Versuche vielleicht zu erwartende Nutzen, haben mich bestimmt, in dem zweyten Bande eine Aufzählung und Charakteristik aller zu technischen Zwecken benützten Maschinen zu entwerfen, also den Grund zu einer eigentlichen technischen Maschinenlehre zu legen. Füglich könnte dieser Theil meines Versuches, weitläufiger bearbeitet, ein abgesondertes, seinem Inhalte nach gewiß höchst interessantes Werk bilden, welches um so eher verdienstlich zu nennen seyn dürfte, als einige schon existirende Sammlungen technischer Maschinen wirklich sehr viel zu wünschen übrig lassen *). Den Gedanken an die einstige Abfassung eines solches Werkes habe ich noch keineswegs ganz aufgegeben.

*) Ich brauche mich über diese Behauptung nicht weitläufig zu rechtfertigen. Alle mir bekannten Werke dieser Art sind entweder ganz veraltet (wie Leupold's Theatrum machinarum etc.); oder sie nehmen wenig Rücksicht auf technische Maschinen (wie Kunze's sehr mittelmäßiger Schauplatz); oder sie behandeln außer den Maschinen auch verschiedene andere theoretische und praktische Theile der Mechanik (wie Poppe's Encyclopädie des Maschinenwesens); oder sie enthalten endlich

Was indeſſen das Detail des gegenwärtigen Buches betrifft, ſo glaube ich am beſten zu thun, wenn ich die einzelnen Abſchnitte desſelben durchgehe, um Alles, was im Texte ſelbſt über die Urſache der jedesmahligen Einrichtung nicht beygebracht werden konnte, nachzuhohlen.

An jeder Maſchinerie, ſie mag zu was immer für einem Zwecke verwendet werden, bemerkt man drey Haupttheile, nähmlich die bewegende Kraft, und die Vorrichtung, worauf ſie unmittelbar wirkt; diejenigen Theile, welche die Bewegung fortpflanzen, nach Bedürfniß in Richtung oder Geſchwindigkeit abändern; und endlich die Maſchine ſelbſt, welche in Bewegung geſetzt wird, um eine beſtimmte Arbeit zu verrichten. So z. B. bey einer Spinnmaſchine, die durch Waſſer bewegt wird; hier ſind jene drey Theile: das Waſſerrad, das vorgelegte Räderwerk und die eigentliche Spinnmaſchine. Es geht ſehr wohl an, einen dieſer Theile zu ändern, während die übrigen bleiben. Man kann z. B. die Spinnmaſchine ohne Waſſer, etwa bloß durch Menſchenhand, durch Pferde ꝛc. in Bewegung ſetzen; oder man kann die Einrichtung des Räderwerkes abändern; endlich iſt man im Stande, der Spinnmaſchine ſelbſt eine neue Einrichtung zu geben, z. B. in Abſicht auf Zahl oder Bauart der Spindeln u. dgl.

Von den erwähnten drey Haupttheilen aller Maſchinerien werden in dem erſten Bande meines Werkes nur der erſte und zweyte, alſo die bewegenden Kräfte und die zur Uebertragung und Abänderung der Bewegung beſtimmten Theile vorgetragen, während die Beſchreibung der eigentlichen techniſchen Maſchinen dem zweyten Bande vorbehalten iſt.

In der Aufzählung der bewegenden Kräfte habe ich diejenigen, welche allgemein im Gebrauch ſind, weitläufiger, die bloß vorgeſchlagenen oder verſuchten hingegen, deren Anwendung in jedem Falle einer großen Beſchränkung unterliegen würde, ganz

---

die techniſchen Maſchinen nur unvollſtändig, ungeachtet ſie denſelben ausſchließend gewidmet ſind, (wie der in allen übrigen Beziehungen höchſt ſchätzenswerthe Borgnis.)

kurz behandelt. Ueberhaupt aber mußte dieser erste Abschnitt, verhältnißmäßig zum Ganzen, klein ausfallen, da es nicht meine Absicht war, über den Gegenstand desselben im Detail zu unterrichten, sondern nur eine zum Verstehen des Nachfolgenden nothwendige allgemeine Kenntniß der bewegenden Kräfte, und jener Vorrichtungen, worauf sie unmittelbar wirken, zu verschaffen. Berechnungen dieser Vorrichtungen, ferner Detail-Erläuterungen und practische Regeln über den Bau der Wasserräder, über die Form der Windmühlflügel, über die Kraft und Ausdauer arbeitender Menschen und Thiere ꝛc. mußten daher nothwendiger Weise wegbleiben. Eben so konnte von der Einrichtung der Dampfmaschinen nur eine beyläufige Idee gegeben werden, indem eine ausführliche Beschreibung die Kenntniß des ganzen folgenden Abschnittes hätte voraussetzen müssen. Schon in diesem Abschnitte, nahmentlich unter den Rubriken der Gewichte und Federn wird man das Bestreben wahrnehmen, welches späterhin noch deutlicher wird, alles Vorgetragene unmittelbar durch zweckmäßig gewählte Beyspiele auf Technologie anzuwenden.

Der zweyte Abschnitt behandelt die Elemente der Maschinen und deren gewöhnlichste Anwendungen, in so fern die letztern nähmlich zu gewissen allgemeinen Zwecken bey der Ausführung größerer Maschinerien gebraucht werden. Jedesmahl habe ich hierbey als Einleitung die vorzüglichsten theoretischen Regeln auseinander gesetzt, und bin dann sogleich zur Anwendung und Erläuterung derselben mittelst gewählter, durchaus technologischer, Beyspiele übergegangen. In der Ausarbeitung dieses Theiles verdanke ich eine Menge nützlicher Beyträge und Erinnerungen der wohlwollenden Unterstützung meines verehrten Lehrers, Herrn Professors Altmütter, dessen zuvorkommende Güte meine Arbeit außerordentlich gefördert hat. Häufig wird man unter den angeführten Beyspielen solche bemerken, die vergebens in bereits gedruckten Werken zu suchen wären; viele neue Zeichnungen gehören unter andern hieher.

Ausführlicher im Verhältnisse gegen das Uebrige, als es

vielleicht Manchem passend scheinen möchte, ist unter den einfachen Maschinen die Schraube behandelt. Bey dem praktischen Theile dieser Abhandlung habe ich fast gar keine ältern gedruckten Quellen benutzen können; aus der einfachen Ursache, weil es keine gibt, und die Schraube sich überhaupt eine seltene Vernachlässigung bisher hat müssen gefallen lassen. Treffliche Dienste hat mir dagegen eine neue, im IV. Bande der Jahrbücher des k. k. polytechnischen Institutes erschienene Abhandlung des Herrn Professors Altmütter, über Schrauben und deren Verfertigung, geleistet.

Die Anwendungen der einfachen Maschinen oder mechanischen Elemente, zerfallen von selbst, nach der Art ihres Gebrauches, in

a. solche Vorrichtungen, welche zur Fortleitung der Bewegung mit veränderter oder unveränderter Geschwindigkeit bestimmt sind; und

b. solche, welche zur Regulirung einer Bewegung dienen, indem sie dieselbe auf eine gewisse Richtung, auf eine gewisse Geschwindigkeit beschränken, oder das Ungleichförmige ihrer Geschwindigkeit aufheben.

Die Trennung dieser beyden Classen von Vorrichtungen war, bey der großen und wesentlichen Verschiedenheit ihres Zweckes, unumgänglich nöthig. Mit ihrer Behandlung ist der erste Band eigentlich schon geschlossen; der dritte Abschnitt, welcher die Hindernisse der Bewegung enthält, ist nur Anhang, und hätte eben sowohl am Schlusse der vorstehenden Einleitung Platz finden können, wenn er für dieselbe nicht zu weitläufig geschienen hätte.

Die den Gegenstand des zweyten Bandes bildende Aufzählung der zu technischen Zwecken verwendeten Maschinen macht keineswegs Anspruch auf absolute Vollständigkeit. Ich kenne zu gut die Unmöglichkeit, selbe zu erreichen. Absichtlich sind von mir darin nur eigentlich producirende Maschinen (wenn ich mich dieses Ausdruckes bedienen darf) aufgenommen worden, weil andere, z. B. Uhren u. dgl.

nicht Werkzeug (im weitesten Sinne), sondern Fabrikat sind. Eben so sind, dem Zwecke gemäß, die ökonomischen Maschinen weggelassen worden. In manchen Fällen bin ich aus einer oder der andern Ursache über die Aufnahme oder Nichtaufnahme einer Vorrichtung angestanden, und habe mich darüber erst durch fortgesetzte Ueberlegung bestimmen lassen. Ich hielt es meist für besser, einige nicht streng hierher gehörige, allgemein bekannte Vorrichtungen zu übergehen, als neu erfundene, und noch wenig bekannte (mit welchen allen ich mich durch aufmerksame Lectüre zahlreicher deutscher, englischer und französischer Journale und anderer Werke, nach Möglichkeit bekannt zu machen suchte).

Wegen der angegebenen Umstände glaube ich auf nachsichtige Beurtheilung meines Unternehmens gegründeten Anspruch machen zu können. Was die Anordnung der aufgeführten Arten von Maschinen betrifft, so schenkte ich ihr einen besondern Theil meines Nachdenkens. Zwey Wege bothen sich mir hauptsächlich dar: die Maschinen entweder nach der Aehnlichkeit ihrer Einrichtung — oder nach der Gleichheit ihres Zweckes neben einander zu stellen. Nachdem ich mir anfangs den ersten Weg einzuschlagen vorgesetzt hatte, fühlte ich jedoch bald die Schwierigkeiten desselben, welche mit dem daraus hervorgehenden Nutzen in keinem Verhältnisse zu stehen scheinen. Zweckmäßiger wird man es ohne Zweifel finden, die Maschinen unter einzelne kleine Rubriken zu bringen, und darin solche Vorrichtungen zusammen zu fassen, welche zur Hervorbringung eines und desselben Productes, zur Verrichtung einer und derselben Arbeit, bestimmt sind. Man erhält dadurch den Vortheil, zu sehen, durch wie sehr verschiedene Mittel oft der nähmliche Zweck erreicht werden kann, und wirklich erreicht wird. Die nutzvolle Vergleichung verschiedener Maschinen habe ich dadurch möglich zu machen gesucht, daß ich die wesentliche Einrichtung einer jeden in einer kurzen Charakteristik (übrigens so aphoristisch als möglich) beyfügte, und darin von meinem ursprünglichen Plane, einer bloßen Aufzählung, abging. Die Anführung derjenigen (vorzüglich deutschen) Quellen, aus welchen man sich weitläufiger Raths erholen kann,

hielt ich für nothwendig. Es war anfangs mein Plan, zu Ende einer jeden Ruhrik jene Maschinen zusammen zu stellen, über welche ich mir, außer der Nachricht von ihrer Existenz, keine nähere Kunde zu verschaffen im Stande war; allein ich ging davon gern wieder ab, weil Vollständigkeit in dieser Ausdehnung der Anlage ganz unmöglich, und weil der davon zu hoffende Nutzen gar zu gering ist. Demnach habe ich nur jene Maschinen aufgenommen, von denen ich hinlängliche Kenntniß besaß, um sie in das von mir gewählte System einreihen zu können. Ohne diese Beschränkung hätte freylich, durch die Benützung der zahlreichen englischen, französischen und österreichischen Patent-Erfindungen, die Zahl der Maschinen beträchtlich vergrößert werden können. Leider! sind aber die Angaben über jene Patente fast ohne Ausnahme so verdreht, dunkel und unverständlich, daß man sich bey ihnen selten einen geeigneten Begriff von dem bezeichneten Gegenstande machen kann. Wer mich deßhalb über die Weglassung einer oder der andern patentirten Maschine tadelt, der versuche erst ein ähnliches Verzeichniß zu machen, und lerne die damit verbundenen Schwierigkeiten kennen. Ich hielt es für zweckmäßiger, den Raum, der sonst dadurch ausgefüllt worden wäre, besser zu benützen, oder — unbeschrieben zu lassen.

Ueber den Umstand endlich, daß in meiner Aufzählung oft sehr unähnliche Maschinen neben einander zu stehen kamen, brauche ich mich bey Jenen nicht zu rechtfertigen, welche die unüberwindlichen Schwierigkeiten kennen, denen in der Technologie die kettenartige Aneinanderreihung der Gegenstände, und der Uebergang vom Aehnlichen nur auf Aehnliches unterliegt.

Wien, den 4. September 1823.

Karl Karmarsch.

Erſter Abſchnitt.

Von den Mitteln, eine Bewegung hervorzubringen, oder den bewegenden Kräften.

§. 1.

Der Kräfte, die eine Bewegung hervor zu bringen im Stande ſind, gibt es mancherley; in der Mechanik ſind jedoch bis jetzt nur folgende in Anwendung gekommen: das Waſſer im natürlichen Zuſtande, und als Dampf; die Luft im erhitzten Zuſtande; der Wind; die Kräfte der Menſchen und Thiere; endlich die Gewichte und Federn. Von allen dieſen Kräften, von den verſchiedenen Arten, wie ſie angebracht, und auf das Beſte benützt werden können, ſoll in dem gegenwärtigen Abſchnitte die Rede ſeyn, in ſo weit es nähmlich dem Zwecke des vorliegenden Werkes gemäß iſt. Dieſem zu Folge werden nicht nur mehrere in Vorſchlag gebrachte Kräfte, die noch nicht verſucht, oder zu keinem ernſthaften Zwecke angewendet worden ſind, faſt ganz übergangen; ſondern ſelbſt das ausführlicher Vorgetragene muß auf eine beſondere, nicht ſowohl die größte Vollſtändigkeit, als vielmehr eine zweckmäßige Auswahl beabſichtigende Art behandelt werden.

I. Das Waſſer.

§. 2.

Das Waſſer wirkt, wenn es zur Hervorbringung einer Bewegung angewendet wird, entweder durch die Gewalt des Stoßes, oder durch den mittelſt ſeiner Schwere hervorge-

Obschon man die Größen kennt, von welchen das Moment einer Kraft abhängig ist, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, so fehlt es doch bis jetzt an einem allgemeinen Ausdrucke dafür, und an einer genauen Bestimmungsart desselben. Am zweckmäßigsten noch scheint es, die Last zu nennen, welche von der Kraft in einer bestimmten Zeit durch einen bestimmten Raum (also auf eine gewisse Höhe) gehoben werden kann, um hierdurch eine Vergleichung der verschiedenen Kräfte möglich zu machen. Nahmentlich hat man die Kraft der Thiere nach diesem Maßstabe zu schätzen gesucht (vergl. im Werke selbst, §. 22).

Zur Anwendung der bewegenden Kräfte, und zu ihrer Uebertragung auf andere Körper, sind gewisse Vorrichtungen nöthig, welche man, je nach ihrer verschiedenen Beschaffenheit, Werkzeuge oder Maschinen zu nennen pflegt. Es kann hier nicht der Ort seyn, in einer weitläufigen Erörterung den Unterschied zwischen Werkzeugen und Maschinen nachzuweisen, vorausgesetzt auch, daß sich die Gränzlinie zwischen beyden scharf genug ziehen ließe; doch muß bemerkt werden, daß die Benennung Maschine fast immer den Begriff von Zusammengesetztheit (in einem gewissen Grade nähmlich) mit sich zu führen scheint, obschon nicht alle complicirten mechanischen Vorrichtungen eben Maschinen heißen, wohl aber zuweilen sehr einfache Geräthschaften mit diesem Nahmen belegt werden.

Die Wissenschaft, deren Geschäft es ist, die Gesetze der Bewegung, und ihre Anwendung auf den Bau von Maschinen zu erklären, heißt Mechanik; von ihr verschieden, und bloß ein Theil derselben, ist die Maschinenlehre, welche sich vorzüglich mit der theoretischen und practischen Erklärung der Maschinen und ihres Gebrauches befaßt. In so weit diese sich auf die Erklärung der zu technischen Zwecken angewendeten Maschinen beschränkt, kann sie technische Maschinenlehre genannt werden.

Die Maschinenlehre würde wenig Verdienstliches haben, wenn sie sich bloß mit der Aufzählung und leeren Beschreibung einer Menge von Maschinen beschäftigen, und nicht vielmehr

den Bau derselben auf allgemeine Regeln zurückführen, ihre einzelnen Theile nach der Aehnlichkeit des zu Grunde liegenden Zweckes an einander reihen, und dadurch eine nutzvolle Vergleichung möglich machen wollte. Durch die Combination einer verhältnißmäßig geringen Zahl von Theilen werden, so sonderbar dieß scheinen mag, alle auch noch so sehr zusammengesetzten Vorrichtungen, welche wir bey den verschiedensten Gelegenheiten, und oft auf höchst überraschende Art wirksam sehen, hervorgebracht. Ohne langes Nachdenken sieht man jedoch ein, daß nicht aus der Kenntniß jener Elemente die praktische Mechanik ihren Ursprung erhalten hat, sondern daß im Gegentheil die Lehre von jenen einfachen Bestandtheilen erst aus der Bekanntschaft mit einer großen Zahl zusammengesetzter Mechanismen abstrahirt werden konnte. So wie überall, ist also auch hier der Gang, welchen die Wissenschaft bey ihrem Entstehen und bey ihrer Ausbildung genommen hat, jenem gerade entgegengesetzt, den alle unsere Lehrbücher aus einer natürlichen Ursache zu gehen gezwungen sind. Die ersten Maschinenbauer konnten bey ihrer Praxis nicht — wie unsere jetzigen — von allgemeinen Grundsätzen und Regeln ausgehen; sie mußten in allen Fällen unbedingt der Erfahrung folgen, und ähnliche Wirkungen durch ähnliche Mittel hervorzubringen suchen, ohne sich von dem Erfolge eben genaue Rechenschaft geben zu können. Bald mußte jedoch die Bemerkung gemacht seyn, daß dem bisherigen Chaos der Maschinenbaukunst unwandelbare Gesetze zu Grunde lägen, und von diesem Augenblicke war auch der erste Schritt zur Schöpfung einer wissenschaftlichen Mechanik bereits gethan. Man trachtete die Aehnlichkeiten zwischen gewissen Maschinentheilen näher zu bestimmen, versuchte von dem unwesentlichen Aeußern derselben abzusehen, und einfache Principien für ihre Anwendung aufzustellen; man fand bey genauerer Betrachtung, daß die Mittel, eine durch irgend eine Kraft hervorgebrachte Bewegung fortzupflanzen, zu reguliren, zu modificiren und zu hindern bey weitem nicht so zahlreich waren, als sich nach den unendlichen äußern und oberflächlichen Verschiedenheiten der bekannten Maschinen hätte

vermuthen lassen; man brachte endlich durch genauere Untersuchung des Wesens der Bewegung, so wie durch Beyziehung der Mathematik überhaupt, großes Licht in die Mechanik. So kam diese Wissenschaft nach und nach in ihren jetzigen Zustand, welchen sie den vereinigten Bemühungen so vieler ausgezeichneten Köpfe verdankt, und in welchem sie dem Techniker ganz besonders unentbehrlich geworden ist.

Aber nicht allein der praktische Arbeiter in irgend einem einzelnen Fache bedarf mechanischer Kenntnisse; in eben so hohem Grade hat derjenige sie nöthig, der sich mit dem Studium vieler mechanischen Gewerbe zugleich abgibt — also der Technolog.

Außer der Chemie ist keine einzige Wissenschaft für das Studium der Technologie so höchst nothwendig, als Mechanik, und deren praktischer Theil, die Maschinenlehre. Ihr verdankt die Technologie zum Theil ihre Existenz als Wissenschaft; sehr oft kommt diese in den Fall, sich auf Lehren der Mechanik berufen zu müssen; ja gewisse Zweige der Technologie sind ganz aus der Mechanik in dieselbe übergegangen, und haben nur durch diese Assimilation eine neue Form bekommen, so daß sie gegenwärtig wenigstens mit gleichem Rechte beyden Wissenschaften angehören. Alle diese Umstände machen Mechanik als Vorstudium für die Technologie unentbehrlich, wenn man sich anders nicht mit einer höchst oberflächlichen und stückweisen Kenntniß technischer Processe begnügen will. Abgesehen aber davon, daß die Mechanik so, wie unsere Lehrbücher sie gewöhnlich abhandeln, und wie sie in Collegien vorgetragen wird, eine gewisse Summe anderer, besonders höherer mathematischer Kenntnisse voraussetzt, welche als Vorstudium der Technologie nur selten gefordert werden können; fehlt es jenen Individuen, welche sich auf das interessante Studium der Technologie verlegen, meist an Zeit, Mechanik als Vorbereitung dazu sich in dem oben angegebenen Umfange anzueignen. Diese Betrachtungen mögen mich entschuldigen, wenn ich in der Ausarbeitung des vorliegenden Werkes eine Aufgabe zu lösen versuchte, welche seit mehreren Jahren einen

meiner Lieblingsgedanken ausmachte, und zu derer genügenden Erfüllung ich mich auf alle Weise tauglich zu machen gesucht habe. Frey von aller Furcht vor ungerechtem und hämischem Tadel halte ich es doch für meine Pflicht, dem nachsichtigen und billig denkenden Theile meiner Beurtheiler die Ansichten vorzulegen, welche mich während dieser Arbeit geleitet haben.

Ein Handbuch der Mechanik als Vor- und Hülfs-Studium der Technologie soll, meiner Meinung nach, zwey Hauptzwecke erfüllen. Es soll 1. mit den wesentlichsten Lehren der eigentlichen oder theoretischen Mechanik, so viel es nöthig und ohne Beyhülfe höherer mathematischer Kenntnisse möglich ist, bekannt machen; und 2. deutlich die Anwendung dieser Lehren auf Technologie zeigen. Ich habe beydes in dem ersten Bande meines Werkes zu thun versucht; und dieser würde daher wohl ein für sich abgeschlossenes Ganzes haben bilden können. Mehrere Umstände jedoch, und vorzüglich der von einem solchen Versuche vielleicht zu erwartende Nutzen, haben mich bestimmt, in dem zweyten Bande eine Aufzählung und Charakteristik aller zu technischen Zwecken benützten Maschinen zu entwerfen, also den Grund zu einer eigentlichen technischen Maschinenlehre zu legen. Füglich könnte dieser Theil meines Versuches, weitläufiger bearbeitet, ein abgesondertes, seinem Inhalte nach gewiß höchst interessantes Werk bilden, welches um so eher verdienstlich zu nennen seyn dürfte, als einige schon existirende Sammlungen technischer Maschinen wirklich sehr viel zu wünschen übrig lassen *). Den Gedanken an die einstige Abfassung eines solches Werkes habe ich noch keineswegs ganz aufgegeben.

*) Ich brauche mich über diese Behauptung nicht weitläufig zu rechtfertigen. Alle mir bekannten Werke dieser Art sind entweder ganz veraltet (wie Leupold's Theatrum machinarum etc.); oder sie nehmen wenig Rücksicht auf technische Maschinen (wie Kunze's sehr mittelmäßiger Schauplatz); oder sie behandeln außer den Maschinen auch verschiedene andere theoretische und praktische Theile der Mechanik (wie Popp's Encyclopädie des Maschinenwesens); oder sie enthalten endlich

lich unabhängig ist, und einen großen Effekt hervorzubringen vermag. Daher werden Mahl-, Säge-, Poch- und Walkmühlen, ferner Hammerwerke aller Art; und so viele andere Maschinen in der Regel durch Wasser getrieben, und die Anwendung dieses letztern als bewegende Kraft würde selbst noch häufiger seyn, als sie wirklich ist, wenn einerseits gewisse Maschinenbereitungen mehr im Großen ausgeübt würden, und anderseits der Gebrauch der Dampfmaschinen sich nicht so sehr verbreitet hätte.

II. Wasserdampf.

§. 8.

Bey erhöhter Wärme wird das Wasser in Dampf verwandelt, der durch fortdauernde Erwärmung sich bis ins Unendliche auszudehnen strebt, beym Erkalten aber in seinen ursprünglichen Zustand zurückkehrt, nähmlich wieder in tropfbares Wasser verwandelt wird. Diese beyden Eigenschaften machen den Wasserdampf zur Hervorbringung einer dauernden Bewegung sehr geschickt. Man bedient sich zu diesem Zwecke eigener sehr complicirter Vorrichtungen, die unter dem Nahmen der Dampfmaschinen (oder Feuermaschinen) bekannt sind. Da die Beschreibung einer solchen Maschine schon mehrere mechanische Kenntnisse fordert, die hier billiger Weise nicht vorausgesetzt werden können, so werde ich mich auf die Angabe der wesentlichsten Bestandtheile derselben, und einige geschichtliche Bemerkungen beschränken.

§. 9.

Es sey A B (Taf. I. Fig. 9) ein hohler metallener Cylinder (der Stiefel), und K ein Kolben (ähnlich denen bey gewöhnlichen Pumpen), der sich luft- und dampfdicht darin auf- und ab bewegen kann. Man denke sich, daß durch irgend ein Mittel Dämpfe in comprimirtem Zustande unter den Kolben K gebracht werden, und über dem Kolben die Luft entweichen könne; so werden diese Dämpfe durch ihr Bestreben sich auszudehnen den Kolben in die Höhe treiben, und Alles was mit der Kolbenstange st in Verbindung steht, wird dieser Bewegung folgen. Man denke sich ferner, daß, sobald der Kolben ganz oben ist,

der Dampf unter K auf eine schickliche Weise entfernt werde, indem zugleich die Dämpfe in den nun abgesperrten Raum über K eindringen, so wird sich, wie man leicht begreift, der Kolben nebst der Kolbenstange, und den mit der letztern verbundenen Maschinentheilen abwärts bewegen. Durch abwechselndes Füllen der beyden Räume A und B mit Dampf, kann man auf diese Art eine fortwährende auf- und niederspielende Bewegung erhalten *). Es braucht wohl kaum erinnert zu werden, daß die Expansivkraft der Dämpfe bey der bis jetzt beschriebenen Einrichtung der Maschine auch den von der andern Seite auf den Kolben wirkenden Luftdruck zu überwinden im Stande seyn müsse. Da hierdurch ein nicht unbedeutender Theil der Kraft ohne Nutzen verloren geht, so unterliegt wohl keinem Zweifel, daß es weit vortheilhafter seyn werde, den Dampf, welchen wir uns einstweilen bloß als fortgeschafft gedacht haben, in tropfbares Wasser zu verwandeln, und so den vorher damit angefüllten Raum luft- und dampfleer zu machen. Dadurch gewinnt man jenen Theil der Kraft des Dampfes, welcher in dem früher angenommenen Falle nöthig war, die in der leer werdenden Hälfte des Stiefels befindliche Luft auszutreiben. Jene Verwandlung des Dampfes in tropfbares Wasser wird bewirkt, indem der innere Raum des Stiefels durch Oeffnung eines Hahnes oder Ventiles v' mit einem Behältniß in Gemeinschaft kömmt, in welches durch eine besondere Vorrichtung kaltes Wasser eingespritzt wird. In dem Augenblicke, wo der Dampf in dieses Behältniß tritt, verdichtet er sich nicht nur darin, sondern zugleich auch in dem Raume A oder B zu Tropfen, weßwegen dieses Behältniß auch der (Verdichter) Condensator genannt wird. Der Condensator ist übrigens kein ganz unentbehrlicher Bestandtheil einer Dampfma-

*) Bey den (§. 3.) genannten Wassersäulen-Maschinen wird dieselbe Wirkung auf den Kolben durch den Druck des Wassers hervorgebracht, welches abwechselnd über und unter demselben zugelassen, und wieder, nachdem es gewirkt hat, entfernt wird.

schine; denn allerdings gibt es auch Maschinen ohne denselben, die aber immer verhältnißmäßig von geringerer Wirksamkeit sind. — Die Bildung des nöthigen Dampfes geschieht in dem Dampfkessel, in welchem das Wasser durch einen Nachfüllungsapparat immer in gleicher Höhe erhalten wird, und aus welchem die Dämpfe durch Röhren mittelst Ventilen oder Hähnen, v, v, abwechselnd über und unter dem Kolben in den Stiefel gebracht werden. Da der Dampfkessel ganz geschlossen ist, so, daß weder Luft zu, noch mehr Dampf als nöthig ist, entweichen kann; so wird der letztere sehr comprimirt, nimmt eine sehr hohe Temperatur an, und erhält dadurch eine ungemein große Expansivkraft, welche das Zerspringen des Kessels zur Folge haben kann, wenn nicht bey einem gewissen Druck der Dämpfe ein im Deckel desselben angebrachtes Sicherheitsventil geöffnet, oder das Feuer darunter schnell gemindert wird.

Wie übrigens das Drehen der Hähne, die Einbringung des kalten Wassers in den Condensator, die Wegschaffung des aus dem condensirten Dampfe entstandenen warmen Wassers u. s. w. während des Ganges der Maschine bewerkstelliget werde: das alles zu erörtern, ist hier nicht die Absicht. Ich muß mich begnügen, einen beyläufigen Begriff von der Einrichtung einer Dampfmaschine gegeben zu haben, da eine umständliche Abhandlung der bewegenden Kräfte gegen den Zweck des Werkes seyn würde. Es sollen jetzt nur noch einige, größtentheils historische, Bemerkungen hinzugefügt werden, welche die Auseinandersetzung dieses Gegenstandes beschließen mögen.

§. 10.

Die Wirksamkeit einer Dampfmaschine hängt hauptsächlich von folgenden Umständen ab: 1. Von dem Flächeninhalte des Kolbens, auf welchen der Dampf drückt, oder der innern Weite des Cylinders. 2. Von der Höhe des Kolbenhubes. 3. Von der Anzahl der Hübe in einer bestimmten Zeit. 4. Von dem Grade der Elasticität des Dampfes, welche Elasticität desto größer ist, eine je höhere Temperatur der Dampf im Kessel annehmen kann. Man bemißt die Kraft einer Dampfmaschine nach

der Zahl der Pferde, welche sie bey der Arbeit zu ersetzen im Stande ist; eine Bestimmungsart, die ihren Ursprung von dem Umstande genommen hat, daß man die Dampfmaschinen meist zu solchen Verrichtungen braucht, zu deren Betreibung früher Pferde verwendet wurden. Nach der auf genaue Versuche gegründeten Schätzung des Engländers Smeaton kann ein gewöhnliches Pferd, welches täglich 8 Stunden arbeitet, eine Last von beyläufig 22,000 Pfund in einer Minute auf die Höhe von einem Fuß heben. Andere Mechaniker haben durch ihre Versuche sehr von diesem verschiedene Resultate erhalten. Watt gibt jene Last bedeutend höher, Clement dagegen viel niedriger an. — Es gibt Dampfmaschinen von 2 bis zu mehreren hundert Pferdestärken, und darüber *). Man hat welche mit zwey, und solche bloß mit einem Stiefel. Man unterscheidet endlich einfach- und doppeltwirkende Dampfmaschinen. Bey den ersteren geschieht bloß das Niederdrücken des Kolbens durch Dampf, das Heben desselben aber durch ein Gegengewicht; bey den doppeltwirkenden geschieht sowohl das Niederdrücken als das Heben des Kolbens durch die Expansivkraft des Dampfes. — Eine besondere Erwähnung verdienen die sogenannten rotirenden Dampfmaschinen, deren Hauptstück ein durch die Kraft des Dampfes um seine Axe gedrehter Cylinder oder ein Rad ist. Ihre Construction unterliegt so vielen Schwierigkeiten, daß man sie nie mit Vortheil hat anwenden können; denn, man mag wie immer zu Werke gehen, so ist es fast unmöglich, einen bedeutenden Verlust an Dampf, und eine sehr beträchtliche Reibung zu vermeiden.

§. 11.

Die erste Idee zur Verwendung des Wasserdampfes als bewegende Kraft gehört dem Engländer Samuel Morland; sie

*) Die stärkste unter allen bekannten Dampfmaschinen existirt in den Minen von Cornwallis; sie hat, wie behauptet wird, eine Kraft von 1010 Pferden, und ist bestimmt, Wasser durch Pumpen aus einer Tiefe von 550 Fuß zu heben.

datirt sich vom Jahre 1682. Im Jahre 1699 erst erhielt ein gewisser Savary ein Patent auf die Erfindung einer Dampfmaschine. Diese älteste Maschine war bloß zum Heben von Wasser bestimmt, und ihre Einrichtung war in mehreren Hinsichten wesentlich von der jetzt üblichen verschieden, indem ihr der Haupttheil der neuern Dampfmaschinen, nähmlich der cylindrische Stiefel mit dem Kolben, fehlte.

Seit der Epoche des Savary bis auf den heutigen Tag hat man eine große Menge Abänderungen und Verbesserungen der Dampfmaschinen vorgeschlagen oder ausgeführt, unter denen einige gewisse eigenthümliche Anwendungsarten des Dampfes beabsichtigen, und daher die ganze Maschine umfassen; andere hingegen bloß die Modification einzelner Theile zum Gegenstande haben. Die Engländer Newcomen, Hornblower, vorzüglich aber Watt und Boulton, und in der neuern Zeit Woolf, haben sich ausnehmende Verdienste in diesem Fache erworben. Ueberhaupt ist die Geschichte der Dampfmaschinen vom höchsten Interesse, weil so viele geschickte Mechaniker ihr Genie daran versucht haben. Noch gegenwärtig finden sich Dampfmaschinen nirgend so häufig, und werden auch nirgend von so großer Vollkommenheit verfertigt, als in England. Von da haben sie sich nicht nur in mehrere andere europäische Länder, sondern auch nach Amerika verbreitet. Man bedient sich ihrer zu den mannigfaltigsten Zwecken. Nicht nur Fabriksmaschinen aller Art (Kratz- und Spinnmaschinen, Schleifmühlen, Münzwerke, Druckerpressen u. s. w.) werden damit in Bewegung gesetzt, sondern sogar zum Treiben von Schiffen (Dampfbooten) auf der See und auf Flüssen wendet man sie mit größtem Vortheile an. Alles das berechtigt zu dem Urtheile: Die Dampfmaschinen seyen das größte Ehrendenkmahl, welches der menschliche Erfindungsgeist seit Jahrhunderten sich selbst gesetzt hat.

III. Erhitzte Luft *).

§. 12.

Die Luft hat, so wie der Wasserdampf, und alle übrigen Gas- und Dampfarten, die Eigenschaft, sich in der Wärme beträchtlich auszudehnen. Man hat berechnet, und es läßt sich erweisen, daß bey gleicher Quantität von Wärme (folglich von Brennmaterial), die Wirkung auf den Kolben einer Dampfmaschine drey- bis viermal so groß seyn würde, wenn man erhitzte Luft statt des Wasserdampfes anwenden könnte. Dieser Umstand läßt recht sehr wünschen, daß die Anwendung der erhitzten Luft als bewegende Kraft allgemeiner werde. Freylich gehört die Ausführung einer zu diesem Zwecke dienlichen Maschine, wenn sie nicht unmäßig complicirt seyn soll, nicht unter die leichten Aufgaben für den practischen Mechaniker; aber durch Nachdenken und Fleiß wird sich wohl auch hier ein günstiger Erfolg erzwingen lassen. Würde man doch im sechszehnten Jahrhunderte den vielleicht verlacht haben, der es gewagt hätte, das als Vermuthung zu äußern, was jetzt, nach der Erfindung der Dampfmaschinen, so herrlich in Wirklichkeit vor uns steht! — Und unterliegt nicht selbst jetzt noch die Construction einer brauchbaren Dampfmaschine hin und wieder unendlichen Schwierigkeiten? jetzt, da so viel über diesen Gegenstand gesprochen, geschrieben, versucht und gearbeitet worden ist!

§. 13.

Den ersten Versuch, die erhitzte Luft zur Hervorbringung einer Bewegung zu benützen, machten die Herrn Niepce in Paris im Jahre 1806. Sie construirten zu diesem Zwecke eine kleine Maschine (von ihnen Pyreolophor genannt), in welcher die Luft durch entzündeten Bärlappsamen (Semen lycopodii), oder statt dessen durch fein gepulverte, mit etwas Harz vermengte Steinkohle, erwärmt wurde. Die auf diesem Wege

*) Jahrbücher des k. k. polytechnischen Instituts in Wien. Bd. I. S. 134.

ausgedehnte Luft ließ man auf einen Kolben wirken, der durch Hin- und Herschieben in seinem Cylinder die Bewegung fortpflanzte. Ungeachtet aus diesem Versuche sehr wohl auf die Anwendbarkeit und Nützlichkeit des neuen Principes geschlossen werden konnte, so war doch die Maschine selbst noch zu unvollkommen, als daß sie mit Vortheil hätte im Großen ausgeführt werden können. Es scheint auch nicht, daß die Erfinder mit der Vervollkommnung derselben weiter sich beschäftigt haben.

§. 14.

Eine andere Maschine, in welcher die durch Erwärmung bewirkte Ausdehnung der Luft gleichfalls das bewegende Princip bildet, ist von dem Franzosen Cagniard de Latour im Jahre 1809 angegeben worden. Ihre Einrichtung gründet sich beyläufig auf Folgendes: Eine Quantität Luft wird im kalten Zustande auf den Boden eines mit heißem Wasser gefüllten Behältnisses gebracht; dort dehnt sie sich in einen größern Raum aus, und strebt mit großer Gewalt wieder an die Oberfläche zu dringen. Im Aufsteigen wirkt diese Luft auf ein nach Art eines oberschlächtigen Wasserrades gebautes Rad, welches ganz von Wasser umgeben ist: die auf einer Seite befindlichen Zellen dieses Rades werden durch die eingedrungene Luft leichter als die übrigen, steigen daher in die Höhe, und so wird das Rad in beständige Umdrehung versetzt. Die Einfachheit dieses Mechanismus fällt in die Augen; er könnte daher wahrscheinlich in manchen Fällen mit Nutzen angewendet werden.

§. 15.

Der neueste Versuch, die durch Erhitzung ausgedehnte Luft zur Bewegung einer Maschine anzuwenden, ist eine von Montgolfier und Dayme in England erfundene Vorrichtung, worauf dieselben im Jahre 1816 ein Patent genommen haben. Die Luft streicht hierbey über ein im Verschlossenen brennendes Kohlenfeuer, und dient so zugleich zur Unterhaltung dieses letzteren. Ungeachtet dieser sinnreichen Idee ist doch die ganze Maschine so gebaut, daß durch sie kaum der beabsichtigte Erfolg gesichert zu seyn scheint.

IV. Wind.

§. 16.

Die Anwendung des Windes als bewegende Kraft unterliegt einer weit größern Beschränktheit, als die des Wassers oder des Wasserdampfes. Die Ursache davon ist die geringe Gleichförmigkeit, mit welcher er bläst, indem seine Geschwindigkeit wohl kaum eine Minute lang vollkommen unverändert bleibt. Dagegen hat die Benützung des Windes den Vortheil einer unvergleichlichen Wohlfeilheit: es braucht, um ihn auf eine Maschine zu leiten, alle die Umstände nicht, die bey der Herstellung eines Wassertriebwerkes oder einer Dampfmaschine zu beachten sind. Man wird demnach an jenen Orten, wo fließendes Wasser mangelt, und die andern Kräfte wegen verschiedener Ursachen nicht leicht anzuwenden wären, sich mit Vortheil des Windes zur Bewegung bedienen. Die für diesen Zweck üblichen Vorrichtungen sind unter dem Nahmen der Windmühlen bekannt; sie bestehen aus der Flügelwelle und den Windmühlflügeln.

Die Flügelwelle A B (Taf. I. Fig. 10 und 11) ist etwas gegen den Horizont geneigt, und durch sie wird die erhaltene Bewegung der übrigen Maschinerie mitgetheilt. Vier starke, gegen ihre Enden dünner zulaufende Stangen (die Windruthen) A D, A E u. s. w. sind rechtwinkelig über Kreuz in das vordere Ende der Welle gesteckt. Senkrecht auf den Windruthen sind Querhölzer oder Sprossen angebracht, die in einer gleichen Ebene liegen, und, wenn das durch sie gebildete Rechteck mit starker Segelleinwand oder dünnen Bretern bekleidet wird, die Flügel der Windmühle bilden. Die Flächen dieser Flügel machen mit der Welle A B einen spitzigen Winkel, und zwar nimmt die Größe dieses Winkels von den äußern Enden der Windruthen bis an die Welle immer mehr zu, so zwar, daß jeder Flügel nach Art eines Schraubenganges gleichsam gewunden erscheint. Die Erfahrung hat diese Gestalt der Windmühlflügel als die zweckmäßigste bewährt; ihre Ableitung aus der Theorie kann aber hier unmöglich vorgetragen werden.

Die ganze Vorrichtung muß immer so stehen, daß die Richtung des Windstoßes mit der Welle parallel ist; und der Wind wirkt demnach schief auf die Flügel, welche durch ihr Ausweichen die beabsichtigte Kreisbewegung hervorbringen. Da man bekanntlich den Wind nie immer aus der nähmlichen Gegend haben kann, so muß dem ganzen Gerüste eine Einrichtung gegeben werden, wodurch es möglich wird, dasselbe beliebig nach allen Seiten zu wenden. Dieses bewirkt man nun entweder dadurch, daß sich das Dach sammt der Flügelwelle, oder aber dadurch, daß sich das ganze Gebäude der Mühle umdrehen läßt. Es gibt indessen auch Windmühlen, deren Flügel sich von selbst nach dem Winde richten. Auf eine solche hat der Franzose Lavocat im Jahre 1805 ein Patent erhalten.

§. 17.

Bey der Construction der Windmühlen kommt sehr viel auf ein gehöriges Verhältniß in der Größe der einzelnen Theile an. Den Windruthen gibt man gewöhnlich eine Länge von 30 bis 40 Fuß, eine mittlere Breite von 14, und eine Dicke von 8 Zoll. Die Breite der Flügel beträgt ungefähr 6 Fuß. Es ist ferner nicht gleichgültig, mit welcher Geschwindigkeit der Wind auf die Flügel wirkt: am zweckmäßigsten findet man einen ziemlich starken Wind, der 18 bis 27 Fuß in einer Sekunde zurücklegt. Bey dieser Geschwindigkeit macht eine Mühle von den zuvor angegebenen Dimensionen in jeder Minute 12 bis 20 Umdrehungen. — Statt der gewöhnlichen Windmühlflügel bedient man sich in manchen Ländern (z. B. in Portugal) aufgespannter Segel, die einige geringe Vorzüge besitzen.

§. 18.

Bey den bis jetzt beschriebenen Windmühlen drehen sich die Flügel in einer vertikalen (oder fast vertikalen) Ebene um; bey den sogenannten horizontalen Windmühlen ist gerade der entgegengesetzte Fall: die Flügel bewegen sich hier in einer wagrechten Fläche Ihre Einrichtung kann für diesen Zweck sehr verschieden, muß aber doch immer so seyn, daß der Wind nur auf einer Seite Widerstand findet, weil sonst die nach

entgegengesetzten Richtungen wirkenden Stöße einander aufhaben würden.

Die Zeichnung Fig. 1, auf Taf. III, mag einen Begriff davon geben; a, b, c, d, e, f ist ein aus 6 Rahmen geformtes Rad, dessen Welle A eine senkrechte Stellung hat. 1, 2, 3, 4, 5, 6 sind die Flügel, die in ihren betreffenden Rahmen so beweglich sind, daß sie durch den Drehungspunct in zwey nicht gleich lange Theile abgesondert werden. Die Rahmen a, b, c u. s. w. sind so eingerichtet, daß die Flügel sich nur nach einer Seite hin öffnen können; wenn demnach die Richtung des Windes die durch den Pfeil angezeigte ist, so werden sich die Flügel auf der Seite M öffnen, während jene bey N sich schließen, und so dem Winde ihre ganze Fläche darbiethen. Man wirft den nach dieser Art gebauten Windmühlen vor, daß sie sehr häufiger Reparaturen bedürfen, und durch die Bewegung der Flügel um ihre Drehungsaxen immerfort Stöße erhalten, welche dem Effekte der Maschine schaden.

Die horizontalen Windmühlen haben überhaupt zwar den Vortheil, daß sie nie nach dem Winde gerichtet zu werden brauchen, und zu ihrer Bewegung eine etwas geringere Kraft erfordern; dagegen wird bey ihnen der Stoß des Windes bey weitem nicht so zweckmäßig benützt, als das bey den vertikalen Mühlen der Fall ist. Eben darum, und weil eine gute Einrichtung ihrer Flügel große Schwierigkeiten hat, werden die horizontalen Windmühlen nur in wenigen Fällen angewendet.

Am vorzüglichsten unter allen ist vielleicht die von dem französischen Ingenieur Borgnis vorgeschlagene Construction dieser Art von Windmühlen, von welcher die Zeichnungen Fig. 2 und 3 (Taf. III.) eine Vorstellung geben.

Die sechs Flügel, e, f, g, h, i, k sind mit einem konischen Dache c bedeckt, welches durch eben so viele starke Eisenstangen l getragen wird. In dem untern runden Gebäude sowohl, als in dem Rande des Daches sind zwey genau parallel gehende, kreisförmige Rinnen ausgehöhlt; und in diesen Rinnen läuft ein leichter, mit Leinwand bezogener Schieber d d d, der

den vierten Theil des ganzen Umfanges der Mühle bedeckt. Eine ſtarke Eiſenſtange b b verbindet dieſen Schieber mit einer auf dem Dache angebrachten Windfahne a. Die Stangen l, l, müſſen innerhalb des Schiebers ſtehen, damit ſie die Bewegung desſelben nicht hindern. Man ſieht leicht, daß der Wind nur auf jene Seite der Mühle wirken kann, welche von dem Schieber d nicht verdeckt iſt. Da nun aber die Fahne a bey jeder Aenderung des Windes dieſen Schieber mittelſt der Stange b b an eine andere Stelle des Umkreiſes führt, ſo regulirt ſich dadurch die Mühle von ſelbſt.

V. Menſchen- und Thierkräfte.

§. 19.

Die Kraft des Menſchen finden wir bey ſehr vielen Maſchinen und Werkzeugen in Thätigkeit geſetzt. Das bewegende Individuum wirkt dabey entweder bloß durch ſein Gewicht oder durch ſeine Muskelkraft, oder endlich mit beyden vereint. Uebrigens kann die Art, wie ein Menſch ſeine Kraft in Ausübung bringt, außerordentlich verſchieden ſeyn. Am gewöhnlichſten geſchieht dieſes: a. Durch den ſenkrechten Zug von oben nach unten. Beyſpiele: das Heben des Klotzes bey Ramm-Maſchinen; das Schöpfen des Waſſers aus einem Pumpbrunnen; das Läuten der Glocken. b. Durch den ſenkrechten Zug von unten nach oben, Beyſpiele: Das Stampfen in einem Mörſer. c. Durch horizontales Schieben oder Ziehen, mit oder ohne Fortbewegung des Körpers. Beyſpiele: Das Schneiden mit einer Säge, das Hobeln, das Führen einer Schiebkarre, das Ziehen der Schiffe. d. Durch das Drehen einer Kurbel, entweder mittelſt der Hand oder mit dem Fuße. Beyſpiele: Schleifſteine, Drehbänke, Kaffehmühlen, und viele andere. e. Durch die Bewegung eines Tretrades (§. 20.)

Im Allgemeinen muß man jene Art, die Kraft des Menſchen zur Hervorbringung einer Bewegung anzuwenden, für die beſte halten, welche am meiſten den nachfolgenden Forderungen entſpricht. 1. Daß durch ſie der Menſch in den Stand geſetzt wer-

de, so viel möglich von seiner Kraft Gebrauch zu machen, ohne sich sehr anzustrengen. 2. Daß die Bewegung mit so wenig als möglich Kraftverlust auf die Maschine übertragen werde. 3. Daß das bewegende Individuum vor Gefahren hinreichend geschützt sey. 4. Daß die Bauart der die Bewegung fortpflanzenden Maschinentheile zugleich einfach, dauerhaft und ökonomisch sey. 5. Daß das Gewicht dieser Theile so gering sey, als es bey gehöriger Berücksichtigung der zuvor angegebenen Bedingungen seyn kann. Die meisten dieser Forderungen gelten auch bey der Anwendung aller übrigen bewegenden Kräfte.

§. 20.

Da die Kraft, welche ein einzelner Mensch aufwenden kann, eben nicht sehr bedeutend ist, so muß dieselbe bey größern Maschinen entweder durch die Anstellung mehrerer Personen verstärkt, oder aber durch andere bewegende Kräfte ersetzt werden. Sehr natürlich mußte man auf den Einfall kommen, Thiere statt der Menschen arbeiten zu lassen, weil jene nicht nur mehr Kraft besitzen, sondern außerdem auch weniger kosten. Pferde und Ochsen werden für diesen Zweck häufiger verwendet, als andere Thiere; und es gibt hauptsächlich zwey Arten, eine durch sie hervorgebrachte Bewegung fortzupflanzen. Bey der ersten wird durch das Ziehen eines oder mehrerer Pferde eine vertikale Welle (ein sogenannter Göpel), umgedreht, welche die Bewegung auf die übrigen Theile der Maschine verbreitet; bey der andern bedient man sich eines Tretrades, welches durch das Gewicht des Thieres in Bewegung gebracht wird.

Die zuerst angegebene Vorrichtung ist auf Taf. II. in Fig. 1 abgebildet, und die Zeichnung erklärt sich von selbst.

Von den Treträdern gibt es drey Arten: vertikale oder senkrechte, schiefe, und horizontale oder wagrechte.

Ein vertikales Tretrad (Laufrad) ist in Fig. 2 auf Taf. II. abgebildet. Das Pferd (oder statt dessen ein Mensch) steht in der innern Höhlung desselben, welche rund herum mit staffelartigen Leisten versehen ist. An diese stemmt sich das Thier mit den Füßen, indem es zugleich immer weiter tritt. Eigentlich

findet hierbey kein Fortgehen Statt, sondern das Rad weicht unter den Füssen des Thieres zurück, wird auf diese Art in Umdrehung gesetzt, und pflanzt die Bewegung durch seine Welle weiter fort. Es gibt auch solche Räder, die auf der äußern Seite des Kranzes mit Querleisten versehen sind. Das Thier steht hierbey auf dem obern Theil des Rades, tritt auf jene Leisten, und bewegt daher durch seine Schwere das Rad ungefähr auf dieselbe Art, wie ein oberschlächtiges Wasserrad durch die Schwere des Wassers getrieben wird. Die Bewegung von beyden Arten dieser Räder ist für Menschen sowohl als für Thiere eine sehr anstrengende und schädliche Arbeit, überdieß kann dieselbe nie eine große Gleichförmigkeit erlangen; und beyde Umstände sind Ursache, daß solche Räder jetzt nur selten mehr angewendet werden.

Besser, und auch weniger beschwerlich zu treiben sind die schiefen Treträder (Tretscheiben), von welcher Art Fig. 3 (Taf. II.) eines vorstellt. Die Thiere stehen auf dem höheren Theile eines solchen Rades, und würden mit demselben herabsinken, wenn sie sich nicht durch beständiges Vorwärtsgehen immer auf dem nähmlichen Platze, und somit das Rad in beständiger Bewegung erhielten. Die beste Neigung hat ein solches Rad, wenn es mit dem Horizont einen Winkel von 15 bis 20 Graden macht. Je größer dieser Winkel, desto stärker ist die Wirkung; aber eine desto größere Kraft muß auch das emporsteigende Thier anwenden, um sich auf seinem Platze zu behaupten. Pferde sind hierzu gar nicht anzurathen; die Bauart ihrer Hinterfüsse, welche weit länger im Bug als jene der Ochsen sind, verursacht schon ein großes Hinderniß; und außerdem gestattet ihnen ihr feuriges Temperament beym Treten kein so ruhiges Betragen, als man an den Ochsen zu erfahren gewohnt ist.

Die horizontalen Treträder sind jetzt ganz außer Gebrauch gekommen, da sie zu viel Kraftaufwand erfordern, und überdem nur von Menschen getrieben werden können. Fig. 4, auf Taf. III, ist die Abbildung eines solchen Rades, welches sich, wie man sieht, von dem eben beschriebenen schiefen Tretrade bloß

durch die Lage unterscheidet. Das arbeitende Individuum wirkt hierbey einzig durch seine Muskelkraft, indem es sich gegen eine feste Auflage a stemmt, und mit den Füssen das Rad herumbewegt.

Eine ähnliche Art der Bewegung findet bey der Töpferscheibe (Taf. III. Fig. 5) Statt. Diese besteht aus zwey hölzernen wagrechten Scheiben, die an einer gemeinschaftlichen eisernen Axe oder Spindel, fg, stecken, und von denen die untere, a, viel größer und schwerer ist, als die obere, bc. Die Spindel läuft mit ihrem untern Ende in einer eisernen Pfanne e, und wird oben durch ein ebenfalls eisernes Schloß d gehalten. (Sowohl dieses Schloß als die Pfanne sieht man auch besonders gezeichnet.) hi ist das Gestell der Scheibe. Beym Gebrauche der Vorrichtung sitzt die arbeitende Person bey A, und dreht durch das Treten mit beyden Füssen die zugleich als Schwungrad (§. 126) dienende Scheibe a herum, während sie die Hände frey hat, um damit den Thon auf der Fläche b der oberen Scheibe behandeln zu können.

§. 21.

Noch müssen wir einer Vorrichtung gedenken, welche von Borgnis angegeben wurde, und die Treträder mit Vortheil ersetzen soll. Eine Abbildung davon sieht man in Fig. 6 auf Taf. III. Zwey hinlänglich starke Seile sind über ein paar parallele Walzen, a und b gespannt, und durch Querhölzer so verbunden, daß eine Art biegsamer Leiter daraus entsteht. Die Walzen haben gegen 3 Fuß im Durchmesser, die Höhe der Leiter kann 9 Fuß und darüber betragen, und die Entfernung der Querhölzer oder Sprossen von einander ist 11 Zoll. Auf dem Umkreise der Walzen a und b bringt man in den nöthigen Entfernungen Leisten an, damit die Sprossen der Leiter sich bequem daran legen können, und so eine Art Eingriff entsteht, welche viel zur Erleichterung der Bewegung beyträgt. Setzt man jetzt den Fall, daß ein Mensch an der Stelle c die Leiter besteigt, so wird er natürlicher Weise durch seine Schwere hinabsinken, und so die Walzen a und b in Umdrehung versetzen; diese Bewegung aber

wird so lange dauern, als die Person sich durch fortgesetztes Steigen auf ihrem Platze behauptet.

Die Vorzüge dieser Einrichtung, wenn man sie mit den Treträdern vergleicht, sind nachfolgende: 1. Sie nimmt einen verhältnißmäßig geringen Raum ein. 2. Herstellung und Reparatur derselben sind leicht vorzunehmen, und nicht kostspielig. 3. Die dabey Statt findende Reibung der Theile an einander ist nur gering, wegen ihres unbeträchtlichen Gewichtes. 4. Die Wirkung eines Menschen auf ein vertikales Tretrad (§. 20) ist ungleichförmig, weil die Höhe, auf der er steht, verschieden seyn kann; hier hingegen bleibt sich der Effekt beständig gleich, das arbeitende Individuum mag sich an was immer für einer Stelle der Leiter befinden. 5. Man braucht nur die Länge der Walzen a und b zu vergrößern, um mehrere ähnliche Leitern anbringen zu können. Die auf diese Art arbeitenden Individuen werden alle ihre Kraft in voller Stärke ausüben können; während in den großen, auf mehrere Menschen eingerichteten vertikalen Treträdern gewiß die Hälfte der Arbeiter so unzweckmäßig angestellt werden muß, daß sie nur einen kleinen Theil ihres Kraftvermögens zu entwickeln im Stande sind. Endlich vermeidet man 6. durch die Anwendung der beschriebenen Leiter alle jene Unglücksfälle, die bey Treträdern so häufig vorkommen.

Borgnis schlug auch vor, die beschriebene Vorrichtung in horizontaler Lage anzubringen, und von einem sitzenden Menschen durch die Muskelkraft der Füsse bewegen zu lassen. (s. Fig. 7.) Unlängst hat man in Frankreich eine ähnliche (aber in schiefer Richtung angelegte) Vorrichtung durch Pferde betreiben lassen, und zur Bewegung von Schiffen angewendet.

§. 22.

Was die Kraft der Menschen und Thiere im Allgemeinen betrifft, so schätzt man ihre Größe nach der Anzahl von Pfunden, die ein Individuum auf eine gewisse Höhe zu heben im Stande ist. So bestimmt man die Stärke eines gewöhnlichen Pferdes zu 22000 Pfund in einer Minute auf einen Fuß gehoben (§. 10)

oder 366 Pfund in einer Sekunde auf einen Fuß. Die Kraft eines Mannes ist ungefähr sechs- bis siebenmal geringer.

VI. Gewichte.

§. 23.

Die Anwendung der Gewichte als bewegende Kraft ist ziemlich beschränkt; aber die vollkommene Gleichförmigkeit, mit der sie wirken, macht sie in gewissen Fällen sehr brauchbar; so z. B. bey allen größern Uhren, die eben daher auch Gewichtuhren genannt werden. Die einfachste Art, Gewichte zu dem erwähnten Zwecke anzubringen, ist in Fig. 4 (Taf. II.) gezeichnet. Das Gewicht a ist durch eine starke Schnur an der Welle b c befestigt. Wird diese Welle nach einer Seite umgedreht, so wickelt sich die Schnur auf; aber von dem Augenblicke an, in welchem das Gewicht wieder sich selbst überlassen bleibt, strebt es zu sinken, und dreht daher die Welle nach der entgegengesetzten Richtung um, während die Schnur sich abwickelt. Man sieht leicht, daß die Wirkung des Gewichtes nur so lange dauern könne, bis dieses Abwickeln vollendet ist; dann aber muß die ganze Vorrichtung wieder in ihre anfängliche Lage versetzt werden. *)

Man macht auch einen starken Gebrauch von den Gewichten in Schauspielhäusern, um durch sie das Aufziehen des Vorhanges, das Vorschieben der Coulissen, und ähnliche Bewegungen zu veranstalten. Für diesen und auch für viele andere Fälle kann es von Nutzen seyn, die Gewichte so einzurichten, daß sie willkührlich schwerer oder leichter gemacht werden können. Man verfertigt sich zu diesem Ende viele metallene Scheiben, die einen, etwas über ihren Mittelpunct hinaus gehenden Einschnitt besitzen (c Fig. 10. Taf. II.). Diese Scheiben werden dann in größerer oder geringerer Anzahl auf eine unten mit einem Ansatz (b) versehene Welle (a b) gesteckt. Häufig sind die Gewichte auch

*) Eine andere Aufhängungsart der Gewichte wird später (§. 52) beschrieben.

metallene Büchſen, in welche man nach Erforderniß eine verſchiedene Menge ſchwerer Körper (Steine u. dgl.) legen kann. So z. B. an den Bandmühlen, wo ähnliche Gewichte zum Spannen der Kettenfäden angewendet werden, und man durch Zulegen von Steinen in die Büchſen eine größere Dichtigkeit des Gewebes zu erhalten weiß. In einigen älteren Schriften findet man Vorſchläge für die Anwendung der Gewichte zur Bewegung von Mühlen und andern großen Maſchinen, die aber ſchwerlich je realiſirt worden ſind, eben weil die Zeit ihrer Wirkſamkeit einer ſolchen Beſchränkung unterliegen würde.

§. 24.

Man benützt die Gewichte auch, um gewiſſe Theile von Maſchinen zu ſpannen, oder gegen einander zu preſſen; ſo wie zur Hervorbringung einer durch eine unbedeutende Strecke fortſchreitenden Bewegung. Fälle dieſer Art kommen ziemlich häufig vor; doch wird die Aufzählung einiger derſelben für den gegenwärtigen Zweck genügen.

Bey faſt allen Weberſtühlen wird die zwiſchen den beyden Bäumen aufgeſpannte Kette durch ein Gewicht in der nöthigen Spannung erhalten. Es ſey (Taf. III. Fig. 8) das Profil dieſer Vorrichtung, in welchem a den Bruſtbaum, c den Garnbaum (auf welchem die Kette ſich aufgewickelt befindet), und e e den aufgeſpannten Theil der Kette bedeutet. Durch dieſen letztern ſind ein paar ſchwache hölzerne Leiſten f f geſteckt, welche die Kette dergeſtalt theilen, daß die Hälfte der Fäden darüber, und die Hälfte darunter weggeht. An einer von jenen Leiſten iſt mittelſt einer Schnur das Gewicht g (meiſt ein ſchwerer Stein) angehängt, und dieſes bewirkt mithin eine immer gleichförmige Spannung der Kettenfäden.

Die in den Baumwollſpinnereyen gebräuchlichen Streckmaſchinen (Drawing Frames), welche zum Auseinanderziehen der von der Krämpelmaſchine gebildeten Baumwollenbänder beſtimmt ſind, beſtehen der Hauptſache nach aus mehreren Paaren von Walzen, die ſich mit ungleicher Geſchwindigkeit drehen. Um dieſe Walzen feſt gegen einander zu drücken, damit ſie die Bän-

der gehörig fassen können, bedient man sich ebenfalls der Gewichte. In Fig. 9 (Taf. III.) sind zwey solche Walzenpaare gezeichnet. Ein Stück Messing, der sogenannte Sattel a umfaßt die Axen der obern Walzen, wird durch ein Gewicht b nieder gehalten, und drückt auf diese Art die Walzen gegen einander. Sehr oft hängt man das Gewicht nicht unmittelbar an den Sattel, sondern vermehrt seine Wirkung noch durch Anbringung eines Hebels (a, Fig. 7, Taf. IV), auf welchem es sich zur Regulirung des Druckes verschieben läßt (§. 38). Aehnliche Vorrichtungen wendet man an, um bey den zur Appretur des Kattuns bestimmten Kalandermaschinen die Walzen an einander zu pressen (§. 48).

Von der Benützung der Gewichte zur Bewegung gewisser Maschinentheile durch einen kleinen Raum sehen wir ein sehr gemeines Beyspiel an den Ziehbrunnen, bey welchen das Heraufgehen des Eimers durch die Schwere eines Gegengewichtes (a), wenn auch nicht ganz bewirkt, doch wenigstens sehr befördert wird (s. Taf. III. Fig. 10). Eben so geschieht das Oeffnen der gewöhnlichen Blasbälge in den Schmieden durch ein angehängtes Gewicht (c, Fig. 1, Taf. VII.). Bey der Steindruckpresse (Taf. III. Fig. 11) dient ein Gewicht d, um den auf Friktionsrollen, r, laufenden Karren a b, der während des Abdruckes mittelst der Winde c unter dem fest stehenden Reiber e weggezogen worden ist, wieder in seine alte Lage zurück zu führen, u. s. w.

VII. Federn.

§. 25.

Man verwendet die Federn, welche stets durch ihre Elasticität wirksam sind, entweder a. zur Hervorbringung einer länger dauernden Bewegung; oder b. um einzelne Theile einer Maschine in einer gewissen Lage fest zu halten, und sie wieder in diese Lage zu versetzen, wenn dieselben durch irgend ein Mittel absichtlich daraus gebracht worden sind.

Jene Federn, mittelst derer eine dauernde Bewegung her-

vorgebracht werden soll, bestehen aus dünnen Streifen von halb gehärtetem Stahlblech *), die in einer Spirallinie gewunden sind (Taf. II. Fig. 5). Eine solche Feder kommt in ein hohles cylindrisches Gehäuse von Eisen oder Messing, welches das Federhaus genannt wird. Man befestiget das eine Ende derselben an die innere Wand des Federhauses, das andere an dessen Welle (Taf. II. Fig. 7). Zu diesem Zwecke besitzt sowohl das Federhaus als die Federwelle (jenes bey a, diese bey c, Fig. 7) einen kleinen Haken, der in ein Loch der Feder eingehängt wird. **) Häufig genug, besonders in größern Uhren u. dgl. gibt man auch der Federwelle bloß eine schräge Kerbe (Taf. II. Fig. 24), in welche das mit keinem Loche versehene Ende der Feder, welches man vorher zu einem Winkel gebogen hat, gesteckt wird. — Wenn eine auf diese Art vorgerichtete Feder wirken soll, so muß sie vorher aufgezogen, d. h. in eine Lage gebracht werden, wo ihre Elasticität sich thätig zeigen kann. Zu diesem Zwecke ist in den gewöhnlichen Taschen- und andern Federuhren das Federhaus um seine Welle beweglich, die letztere hingegen steht fest. Wenn man daher das Federhaus nach einer gewissen Richtung umdreht, so werden die Gänge der Feder ge-

*) Der Stahl nimmt bekanntlich verschiedene Grade von Härte an. Bey einer mittleren Härte, wo er die meiste Elasticität besitzt, taugt er am besten zu Federn, daher jene Härte selbst die Federhärte genannt wird. Der praktische Arbeiter weiß diese Härte an der blauen oder gelben Farbe des Stahls beym Anlassen zu erkennen.

**) Die Welle des Federhauses ist gewöhnlich ganz rund (Taf. II. Fig. 8), der Haken c, der zum Einhängen der Feder dient, steht über dieselbe hervor, und verhindert also die Feder, sich vollkommen rund um die Welle herum anzulegen; er reibt sich außerdem beym jedesmahligen Aufziehen an der Feder, und schadet so ihrer Dauerhaftigkeit. Man hat deßwegen angefangen, der Federwelle die Gestalt zu geben, welche in Fig. 9 abgebildet ist, indem dadurch alle erwähnten Unbequemlichkeiten vermieden werden.

zwungen, ſich einander zu nähern, wie man aus Fig. 6 (Taf. II.) erſieht. Sobald die ſpannende Kraft aufgehört hat, ſtrebt die Feder, vermöge ihrer Elaſticität, ſich aufzuwickeln, und die vorige Geſtalt wieder anzunehmen; ſie dreht demnach nicht nur das Federhaus (nach der in Fig. 6 durch den Pfeil angedeuteten Richtung) um, ſondern dieſe Bewegung theilt ſich auch allen mit dem Federhauſe verbundenen Maſchinentheilen mit, vorausgeſetzt, daß die Elaſticität der Feder (oder die Kraft, mit der ſie ſich aufzuwickeln ſtrebt) dazu hinreicht. In einigen Fällen, und nahmentlich bey den in Doſen angebrachten Spielwerken, ſteht das Federhaus feſt; dagegen dreht ſich die Welle desſelben: der Erfolg bleibt demnach der nähmliche, wenn die zu bewegenden Theile mit der Federwelle verbunden werden.

Es fällt wohl Jedermann auf, daß der Zug der Feder anfangs ſtärker ſeyn müſſe, als gegen das Ende der Bewegung, wenn ſie ſchon faſt ganz abgelaufen iſt; denn ihre Elaſticität nimmt deſto mehr ab, je mehr ſie ſelbſt ſich entwickelt. Die durch eine Feder hervorgebrachte Bewegung müßte demnach ſehr ungleichförmig ſeyn, wenn man nicht ein Mittel hätte, dieſe Ungleichheit der Kraft wieder zu compenſiren. Von dieſem Mittel kann aber erſt in der Folge geſprochen werden (§. 120 und 121). Man richtet außerdem die Feder gewöhnlich ſo ein, daß ſie in jenem Augenblicke, wo ihre Wirkung auf die zu bewegenden Theile aufhört, nicht ganz abgelaufen iſt, indem noch ein geringer Theil derſelben geſpannt bleibt. Der Zweck dieſer Vorſicht iſt kein anderer, als zu bewirken, daß die Feder gegen das Ende der Bewegung immer noch eine gewiſſe Kraft behalte. Auch hierzu werden die Mittel in der Folge angegeben werden (§§. 95, 117). — Größere Federn, von bedeutender Breite, kann man ſelten ſo erhalten, daß ſie an allen Stellen gleich hart und alſo gleich elaſtiſch ſind. Man bedient ſich deßwegen öfter (z. B. in großen Spielwerken) des Kunſtgriffes, daß man in einem und dem nähmlichen Gehäuſe zwey Federn über einander anbringt, zu welchem Behufe natürlich ſowohl die Federwelle als das Federhaus mit zwey Haken verſehen ſeyn muß. Dieſe zwey Federn

wirken eben so gut als eine einzige von der doppelten Breite; vielmehr gleichen sich die Unregelmäßigkeiten im Zuge der einen durch die andere aus. Die Anwendung der Federn als bewegende Kraft beschränkt sich auf mehrere Arten von Uhren, auf die Spielwerke, Automaten und Bratenwender.

§. 26.

Schon im vorigen §. ist derjenigen Arten von Federn erwähnt worden, die den Zweck haben, einzelne Maschinentheile auf kleine Entfernungen zu bewegen, und sie in eine gewisse Lage zu bringen, aus der man sie vorsätzlich verrückt hat. Solche Federn werden ungemein häufig angewendet; doch werde ich mich hier mit der Anführung einiger Beyspiele, aus denen die Art sie anzubringen hinreichend erhellen dürfte, begnügen.

Diese Federn, welche in den meisten Fällen aus gehärtetem und zum Theil wieder nachgelassenem Stahl verfertigt werden, können sehr abweichend geformt seyn. Am gewöhnlichsten sind es verschiedentlich gebogene Stücke, die an einem Ende fest, am andern aber frey sind. Hierher gehören die Schlagfedern in den Gewehrschlössern (Taf. II. Fig. 11 und 14, a), durch welche der aufgezogene Hahn (b) beym Losdrücken gegen die Pfanne geschlagen wird. Das Ende der Feder wirkt zu diesem Behufe entweder unmittelbar auf einen Vorsprung der sogenannten Nuß (d; Fig. 11), oder sie ist mit der letztern durch eine Art Kettenglied (c, Fig. 14) verbunden *). — Aehnliche Gestalt haben auch die Federn in den Schraubstöcken und Feilkloben (a, Taf. III. Fig. 12 und 13), deren Bestimmung es ist, die beyden Backen aus einander zu treiben, wenn die Schraube zurückgezogen wird; so wie die Federn an manchen Arten von Zangen und Zirkeln (Taf. III. Fig. 15 und 16). Man wendet dergleichen Federn auch im Großen an, z. B. hin und wieder bey Eisenhämmern,

*) Der Engländer Baker hat eine einfache Methode angegeben, die Stärke der Spannung, und somit die Elasticität dieser Federn nach Belieben zu ändern (s. Jahrbücher des k. k. polytechnischen Institutes, V. S. 415.).

um die Schnelligkeit des niederfallenden Hammers dadurch zu vermehren. In Fig. 1 (Taf. VI.) ist diese Einrichtung gezeichnet. a b bedeutet die Feder, c den Hammer, und d den Stiel desselben, der beym Hube die Feder zurückdrückt, augenblicklich aber wieder von ihr einen Stoß erhält.

Oft gibt man den Federn einige schneckenartige Windungen, und zwar besonders den schwachen Federn, deren Elasticität man durch dieses Mittel vermehren will. Dieses ist der Fall bey den Zuhaltungsfedern in vielen Thürschlössern (Fig. 12. Tafel II.) Wenn hier mittelst des Schlüsselbartes m die Zuhaltung d ausgehoben, und der Riegel b c geschoben worden ist, so wird jene durch die Feder a wieder in ihre alte Lage (die durch punctirte Linien angedeutet ist) zurückgedrückt. Von ähnlicher Einrichtung sind auch die in Fig. 28. (Taf. III.) gezeichneten Federn, die man aus Messing- oder Eisendraht verfertigt. Solche Federn liegen z. B. auf den Ventilen der Pfeifen in Drehorgeln und andern Flötenspielwerken. Für gewisse Fälle, wo eine und die nähmliche Feder auf verschiedene Maschinentheile zugleich wirken soll, gibt es auch gespaltene oder mehrtheilige Federn, von der in Fig. 20 (Taf. VII.) abgebildeten, oder einer ähnlichen Gestalt.

Häufige Anwendung finden auch die aus Draht oder sehr schmalen Blechstreifen schraubenförmig gewundenen Federn (Tafel I. Fig. 12), die man fälschlich Spiralfedern nennt. Die Federn, wodurch in den gewöhnlichen Wagenlaternen die Kerzen gehoben werden, sind von dieser Art. Das Ventil an den Flaschen der Windbüchsen (Taf. III. Fig. 14.) wird durch eine Spiralfeder geschlossen. In dem Bramah'schen Patentschlosse befindet sich eine solche Feder, die den Schlüssel, nachdem der Riegel geschoben worden ist, von selbst wieder herausdrückt *) u. s. w. Manchmahl gibt man diesen Federn eine Gestalt, wie Fig. 22 (Taf. I), wo die Windungen nach einer Seite hin wei-

*) Jahrbücher des k. k. polytechnischen Instituts in Wien. Bd. I, S. 314. und folg.

ter werden. Oft endlich sind die Windungen nicht kreisförmig, sondern flachgedrückt.

§. 27.

Hierher gehören gewissermaßen auch die Federn an den Armbrüsten, an den Drehbänken und mehreren ähnlichen Vorrichtungen. Die Federn an den Drehbänken (Taf. II. Fig. 13.) sind von zweyerley Art; entweder bestehen sie bloß aus einer schwachen hölzernen Stange (a), die an einem Ende fest ist, oder aus einer Art von Bogen (b), der in seiner Mitte den Befestigungspunct hat. In beyden Fällen geht von der Feder aus eine Schnur (c) abwärts, die um die Arbeit geschlungen, und unter der Drehbank an den Tritt festgebunden ist. Durch die Bewegung des letztern wird die Feder abwechselnd gebogen, und wieder durch ihre eigene Elasticität ausgedehnt: die Arbeit dreht sich demnach, vermöge der Reibung, welche die auf- und niedergehende Schnur an ihrem Umfange ausübt, vor- und rückwärts. Die Drehbänke mit Federn sind jetzt nicht mehr sehr häufig im Gebrauch.

An vielen, selbst den gemeinsten Werkzeugen, sind Federn zu dem schon bekannten Zwecke angebracht. Wir heben hiervon nur die Schaf- und Tuchscheeren, dann die bey den Uhrmachern gebräuchlichen Federzirkel aus.

Bey den Schafscheeren (Taf. III. Fig. 17) ist die Feder ein halbrunder Bügel (a), der beyde Blätter mit einander verbindet, und sie wieder aus einander treibt, wenn man sie zusammengedrückt hat. Ein ganz ähnliches Beyspiel sehen wir an den gemeinen Kohlenzangen. Die Tuchscheeren (Taf. III. Fig. 18) unterscheiden sich von den Schafscheeren hauptsächlich nur durch die Größe, und durch die Art, wie sie bewegt werden *).

*) Diese ist in der Zeichnung deutlich genug angegeben. Das eine Blatt, a, liegt beym Gebrauch fest, und nur das andere, b, bewegt sich. g ist die Stelle, wo ein schweres Gewicht aufgelegt wird, um jede Verrückung von a zu verhindern. Mittelst eines an einem Holzstücke befindlichen Hakens ist bey e ein Riemen be-

Fig. 19 (Taf. III.) zeigt die Gestalt eines gewöhnlichen Federzirkels, dessen Schenkel von der bogenförmigen Feder c beständig auseinander getrieben werden, während die Schraube a b ihre Entfernung zu reguliren bestimmt ist. Wenn man einen solchen Zirkel sehr stark zusammenschraubt, so kommt die Feder in Gefahr zu springen, da sie von hartem Stahl seyn muß; besser ist daher das in Fig. 20 gezeichnete Werkzeug, dessen Feder einmahl herum gewunden ist, und daher mehr Elasticität besitzt.

In manchen Fällen gibt man gewissen Theilen einer Maschine oder eines Werkzeuges eine solche Einrichtung, daß sie sich unabhängig von ihrer sonstigen Verrichtung, federn, d. h. nach Art einer Feder wirken. Beyspiele sind die Kluppzangen (Klüppchen) der Uhrmacher (Taf. III. Fig. 21. und 22.), ferner das bey denselben Künstlern gebräuchliche Triebmaaß zum Messen der Getriebe (Fig. 23) und viele andere.

Man benützt die Elasticität der Federn aber nicht allein zur Hervorbringung einer Bewegung, sondern auch, um dieselbe in gewissen Fällen gleichförmig zu machen. Dieses geschieht bey der Unruhe der Taschenuhren, wovon jedoch erst später die Rede seyn wird (§. 132). Auch um Gegenstände in einer gewissen Lage unbeweglich fest zu halten, werden in manchen Fällen Federn angewendet. In den Knopffabriken bedient man sich z. B. starker eiserner aus Draht verfertigter Federn (a, Fig. 24.), um die anzulöthenden Oehre (b) auf den Knopfplatten (c d) fest zu machen; vieler ähnlicher Beyspiele nicht zu gedenken. Oft sucht man endlich durch Federn, die bey irgend einer Bewegung Statt findenden beträchtlichen Stöße zu mildern, oder ganz aufzuheben; ein Beyspiel davon sehen wir an den gewöhnlichen Kutschen.

---

festigt, der zugleich den Griff c umschlingt, und so beym Niederdrücken dieses letzteren eine Bewegung von b veranlaßt. Ein anderer Riemen, f, der mittelst des Heftes bey d angezogen wird, ist bestimmt, das gänzliche Abgleiten beyder Blätter von einander zu verhindern, weßwegen d während der Arbeit immerfort aufwärts zu ziehen ist.

VIII. Einige andere Mittel, Bewegung hervorzubringen.

§. 28.

Die bis jetzt besprochenen Kräfte sind zwar diejenigen, die (etwa mit Ausnahme der erhitzten Luft, §§. 12—15) am häufigsten zur Hervorbringung einer Bewegung verwendet werden; doch sind außerdem noch mehrere andere vorgeschlagen worden, die wir, da sie größtentheils wohl schwerlich je in allgemeinere Anwendung kommen werden, nur kurz berühren.

Hierher gehört vorerst der Rauch, den man hin und wieder zur Bewegung von Bratenwendern benützt hat, indem man ihn auf ein kleines, beynahe nach Art eines Wasserrades gebautes Rad wirken ließ. Begreiflicher Weise reicht diese Kraft aber auch nur für einen Bratenwender hin. — Ein gewisser Sarrebourg in Nancy schlug schon vor langer Zeit ein Rad vor, welches durch die Schwere einer Masse Queckſilber in drehende Bewegung gesetzt werden sollte. — Im Conservatorium der Künste und Handwerke zu Paris construirte man im Jahre 1809, nach der Angabe eines gewissen Bonnemain, eine Vorrichtung ganz besonderer Art, die ebenfalls bestimmt war, Bewegung hervorzubringen. Ein Bündel dünner Metallstängelchen kam dabey abwechselnd mit kaltem und heißem Wasser in Berührung, und setzte durch die hierbey erleidende Verkürzung und Verlängerung einen Hebel in oscillirende Bewegung, die man sich weiter fortpflanzen vorgenommen hatte. Merkwürdig ist ein Versuch, welchen Henry in England anstellte, die Kraft des Schießpulvers zur Bewegung der beym Einschlagen von Pfählen üblichen Rammmaschinen zu verwenden. Galand schlug vor, den Dampfkessel einer Dampfmaschine mit Brennspiegeln zu erhitzen (!). Endlich gehört hierher auch der Versuch, den man seit der Entdeckung der galvanischen Electricität gemacht hat, die Schwingungen eines zwischen zwey Zamboniſchen Säulen aufgehängten Pendels zur Bewegung eines Uhrwerkes in Anwendung zu setzen *).

*) Erwähnt zu werden verdient doch, daß man sich des Sandes

Unter allen hier aufgezählten Vorschlägen dürfte vielleicht jener des Henry, der die Verwendung des Schießpulvers betrifft, am meisten Aufmerksamkeit verdienen.

---

bedient, um gewisse künstliche Figuren in Bewegung zu setzen. Man läßt ihn dabey auf ein Rad wirken, welches von ihm so, wie ein oberschlächtiges Wasserrad vom Wasser, in Umdrehung gebracht wird.

Zweyter Abschnitt.

Von den Elementen der Maschinen und deren gewöhnlichsten Anwendungen.

Erste Abtheilung.

Elemente der Maschinen.

§. 29.

So mannigfaltig auch die Arten von bereits ausgeführten und noch auszuführenden Maschinen sind und seyn können, so lassen sie sich doch alle in gewisse einfache Theile zerlegen, oder auf solche zurückführen. Man kann sich demnach jede noch so zusammengesetzte Maschine als aus solchen Theilen construirt vorstellen, und deßwegen heißen diese letztern auch einfache Maschinen oder Elemente der Maschinen. Man nennt gewöhnlich sechs einfache Maschinen, die wir auch hier einzeln in Betrachtung ziehen wollen. Ihre Nahmen sind: der Hebel, das Rad an der Welle, die Rolle, die schiefe Ebene, der Keil und die Schraube. Aber selbst von dieser geringen Anzahl fallen noch zwey Drittheile weg, wenn man kritisch zu Werke geht, weil das Rad an der Welle und die Rolle sich aus dem Hebel, der Keil und die Schraube aber aus der schiefen Ebene erklären lassen.

I. Der Hebel.

§. 30.

Der Hebel wird insgemein als eine gerade unbiegsame Stange definirt, die in einem Puncte ihrer Länge so unter-

stützt ist, daß sie sich frey um denselben drehen kann. Man nennt jenen Punkt den Drehungs- oder Unterstützungspunkt. Zur bequemern Erläuterung der beym Hebel Statt findenden Gesetze denkt man sich die Schwere desselben weg, und stellt sich ihn als eine bloße Linie vor. Für diese Vorstellungsart gelten also alle nachfolgenden Regeln, jedoch wird überall die Anwendung derselben auf die Praxis gezeigt werden.

§. 31.

Die Theile des Hebels zwischen dem Drehungspunkte und den beyden Endpunkten nennt man seine Arme, und hierauf gründen sich die folgenden Benennungen. Ein Hebel, dessen Drehungspunkt zwischen beyden Endpunkten liegt, heißt zweyarmig; fällt dagegen der Drehungspunkt mit einem der Endpunkte zusammen, so hat man einen einarmigen Hebel (Taf. II. Fig. 17). — Der zweyarmige Hebel ist insbesondere wieder entweder gleicharmig oder ungleicharmig: das erste, wenn die Entfernung des Drehungspunktes c von beyden Endpunkten gleich ist, beyde Arme also gleiche Länge haben (Fig. 15); das letzte, wenn dieses nicht der Fall ist (wie in Fig. 16).

Die Unterstützung des Umdrehungspunktes heißt Unterlage. Diese kann eine schmale Fläche seyn, oder man kann sich auch vorstellen, der Hebel sey um einen im Drehungspunkte durch ihn gesteckten Stift beweglich. Beydes kommt in der Praxis häufig genug vor.

§. 32.

Wird das Ende a des gleicharmigen Hebels ab (Taf. II. Fig. 15) bis an eine gewisse Stelle, etwa bis d, niederwärts bewegt, so steigt zugleich der andere Arm ce eben so weit in die Höhe; der ganze Hebel nimmt demnach die Lage de an. Da nun die von den Endpunkten des Hebels beschriebenen Kreisbogen ad und eb gleich groß sind, und eben so in gleich langer Zeit durchlaufen werden, so sieht man leicht, daß die Geschwindigkeit beyder Hebelarme vollkommen dieselbe ist.

Macht man hingegen den nähmlichen Versuch an dem in

Fig. 16 gezeichneten ungleicharmigen Hebel, so wird zwar die Bewegung von a auf b ebenfalls nicht ohne Einfluß seyn; allein wenn der Hebel in die Stellung de gekommen ist, werden beyde Enden desselben nicht gleiche Räume durchlaufen haben; die Bogen ad und eb werden nicht gleich groß seyn, ungeachtet sie in gleichen Zeiten beschrieben worden sind. Setzen wir cb zwey-, drey- oder viermahl so lang als ac, so wird auch der Raum, welchen der Punkt b in einer gewissen Zeit durchgeht, zwey-, drey- oder viermahl größer seyn als der Weg, welchen a während der nähmlichen Zeit zurückgelegt hat. Die Geschwindigkeiten der beyden Hebelarme werden sich also gegen einander gerade so verhalten, wie ihre Längen.

§. 33.

Steht der gleicharmige Hebel ab (Fig. 15) horizontal, und hängt man an beyde Endpunkte desselben gleich schwere Gewichte (p und q), so ändert er seine Lage keineswegs, weil jedes Ende desselben von dem daran hängenden Gewichte eben so weit hinab bewegt werden müßte, als das entgegengesetzte Gewicht es hinauf zu treiben sich bestrebt. Man sagt alsdann, der Hebel sey im Gleichgewichte. Dieses Gleichgewicht sucht derselbe unter den angegebenen Umständen immer zu behaupten, und er kehrt daher, wird er absichtlich daraus gebracht, nach mehreren Schwankungen wieder in die horizontale Lage zurück. — Ungleich schwere Gewichte wären nicht vermögend, den Hebel im Gleichgewichte, folglich in der horizontalen Lage, zu erhalten; im Gegentheil würde er auf der Seite des schwereren sich neigen.

Das hier Gesagte läßt sich auch auf einen Hebel anwenden, der in gleichen Entfernungen vom Drehungspunkte auf beyden Armen nach einerley Ordnung mehrere gleich schwere Gewichte trägt (wie Fig. 18 auf Taf. II). Daraus erklärt sich auch die Erscheinung, daß eine in ihrem Mittelpunkte unterstützte, überall gleich dicke Stange von Metall, Holz oder dgl. im Gleichgewicht ist; denn man kann sie als eine Linie betrachten, auf der im allen Entfernungen vom Drehungspunkte gleich schwere materielle Theile sich befinden.

Soll ein ungleicharmiger Hebel in das Gleichgewicht kommen, so kann dieses keineswegs durch gleiche, auf die Enden seiner Arme wirkende Gewichte hervorgebracht werden; sondern das Gewicht am kürzern Arme muß größer seyn als das am längern, und zwar so vielmahl größer, als wie oft die Länge des ersteren in der Länge des letzteren enthalten ist. Da sich nähmlich (wie §. 32 gezeigt wurde) das Ende des längern Armes mit größerer Geschwindigkeit bewegt, als das des kürzern; so muß, zur Erhaltung gleicher Momente (s. d. Einleit.) an beyden Armen, die Intensität der Kräfte (hier die Schwere der Gewichte) ungleich seyn. Wenn daher in Fig. 16 der Arm cb des Hebels ab doppelt so lang gesetzt wird, als ac, so muß an diesen ein zweymahl so großes Gewicht angehängt werden als an jenen, damit der ganze Hebel die horizontale Lage behaupten kann.

Man bedient sich des zweyarmigen Hebels außerordentlich häufig bey Maschinen und Werkzeugen, um eine hervorgebrachte Bewegung fortzupflanzen. In diesem Falle muß man bey Berechnung der erforderlichen Kraft auch darauf Rücksicht nehmen, daß diese jederzeit größer seyn muß, als die zur Erhaltung des Gleichgewichts nöthige, weil nur ein gewisser Kraftüberschuß den Hebel (so wie jede Maschine) aus dem Gleichgewichte zu bringen, und in Bewegung zu setzen vermag.

§. 34.

Wenn man von den auf den Hebel wirkenden Gewichten sich eines als die zu bewegende Last, das andere aber als bewegende Kraft denkt, und hiernach das in den beyden vorhergehenden §§. Gesagte auf die Ausführung von Maschinen u. dgl. anwendet, so ergibt sich Folgendes:

a. Wirkt bey einem ungleicharmigen Hebel die Kraft am längern, die Last am kürzern Arme, so wird zwar eine geringere Kraft zur Bewegung hinreichen (§. 33), allein dieselbe muß einen verhältnißmäßig größern Weg zurücklegen, während die Last nur einen kleinen Raum durchläuft (§. 32).

b. Ist dagegen die Kraft am kürzeren Arme, die Last am

längeren angebracht, so wird diese zwar durch eine geringe Bewegung der Kraft einen großen Raum durchlaufen, allein die letztere muß in so größerer Stärke angewendet werden.

§. 35.

Die Anwendungen des zweyarmigen Hebels sind so ungemein häufig, daß wir kaum eine der gemeinsten Operationen vornehmen, ohne uns eines solchen zu bedienen. Unter denen des gleicharmigen Hebels insbesondere verdient die gewöhnliche Schalenwage als eine der nützlichsten erwähnt zu werden. Der Wagbalken a b (Taf. II. Fig. 19) ist der Hebel; der Drehungspunkt liegt in den Zapfen c. Wenn man sich der Wage mit Sicherheit bedienen will, müssen beyde Arme des Balkens genau gleich lang und gleich schwer seyn, weil außerdem die horizontale Stellung derselben nicht als untrügliches Kennzeichen von der Gleichheit der in die Schalen gelegten Gewichte dienen könnte. Ueberhaupt gründet sich die Brauchbarkeit dieser sinnreichen Vorrichtung zu dem hinlänglich bekannten Zwecke ganz auf das, was oben (§§. 32, 33) gesagt worden ist.

Weit zahlreicher sind die Benützungsarten des ungleicharmigen Hebels, weil man durch diesen, nach Verschiedenheit der Umstände, bald an Kraft, bald an Raum gewinnen kann (§. 34). Vorzüglich gehört hierher die sogenannte Schnellwage (Taf. II. Fig. 20), bey welcher Lasten, die am kürzern Arme aufgehängt sind, mittelst eines am langen Arme verschiebbaren beständigen Gewichtes abgewogen werden. Auch viele der gemeinsten Werkzeuge sind als ungleicharmige Hebel thätig; z. B. alle Arten von Zangen, ferner Schaufeln, Hebebäume, Brecheisen u. s. w. Für uns sind, nach dem Zwecke des Werkes, diese Fälle weniger interessant, und wir werden uns dagegen im Folgenden bemühen, einige ausgezeichnete Beyspiele von der Anwendung ungleicharmiger Hebel bey technischen Maschinen anzuführen und zu erläutern.

Schon der in Fig. 11 (Taf. II.) mit b bezeichnete Hahn eines gemeinen Flintenschlosses bildet einen solchen Hebel (dessen Drehungspunkt in der Nuß d liegt), damit durch eine kleine Be-

wegung der ausgelößten Schlagfeder a der obere Theil desselben hinlänglich weit vorwärts getrieben wird. Ein höchst interessantes und merkwürdiges Beyspiel, welches ganz vorzüglich hierher gehört, sind die sogenannten Fühlhebel, derer man sich bedient, um bey gedrehten Arbeiten, die sehr genau seyn sollen, zu untersuchen, ob dieselben vollkommen rund laufen. Ein solcher Hebel, der mittelst eines kleinen Gestelles in dem Support der Drehbank befestigt wird, besteht aus zwey sehr ungleichen Armen, von denen der eine wenigstens fünfzigmahl länger als der andere ist. Wird das zugerundete Ende des kürzern Armes dem auf der Drehbank eingespannten Gegenstande vorsichtig (z. B. durch eine Mikrometer-Schraube) genähert, so weicht dasselbe vor jedem unrundlaufenden Theile der Arbeit zurück, und theilt (diese Excentricität mag wie gering immer seyn) dem längern Arme eine mehr oder weniger merkliche Bewegung mit, die man mit freyem Auge, oder nöthigen Falles durch eine Loupe, beobachten kann. — In vielen Fällen, wo man durch die Kraft des Menschen einen bedeutenden Effect hervorzubringen Willens ist, läßt man dieselbe auf das längere Ende eines Hebels wirken, an dessen kürzerem Arme sich die Last befindet. Dieses ist der Fall bey den gewöhnlichen Pumpbrunnen, und bey vielen andern Gelegenheiten. In Fig. 1 auf Taf. VII ist eine solche Vorrichtung gezeichnet, welche zur Bewegung eines Schmiede-Blasbalges dient. a b bezeichnet dort den Hebel, dessen Drehungspunkt e, wie man sieht, der Last weit näher liegt, als der Kraft. Die arbeitende Person faßt das Querholz d, und setzt so durch das Niederziehen den Balg in Thätigkeit. — Ersparung an Kraft beabsichtigt man auch, indem man bey den großen, zum Zerschneiden von dickem Blech bestimmten, Metallscheeren die Hand des Menschen auf einen sehr verlängerten Hebelarm wirken läßt. Eine solche Scheere (Taf. III. Fig. 26) hat alle wesentlichen Bestandtheile einer gewöhnlichen Scheere. Sie wird bey e in dem Schraubstock, oder auch in einem fest liegenden hölzernen Klotz befestigt, und das obere Blatt derselben, b, ist demnach unbeweglich; dagegen wird das Blatt a durch

den um c ſich drehenden Hebel a d mit großer Gewalt aufwärts gedrückt. Die Schraube f biethet dem Arme d c eine Unterlage dar, und verhindert ſo das zu weite Uebereinandergehen der Blätter. — Ungleicharmige Hebel ſind auch die Stiele (Helme) jener großen Hämmer, durch welche auf Hüttenwerken das Ausſchmieden des Eiſens und Kupfers in Stangen, zu Blech u. ſ. w. verrichtet wird. In Fig. 25 (Taf. III.) iſt a ein ſolcher Hammer, der auf dem Ambos b zu arbeiten beſtimmt, und deſſen Stiel bey c um Zapfen beweglich iſt. Der hintere Theil, e, dieſes Stieles wird von den Daumen der Welle d niedergedrückt, und dadurch geht der Hammer a in die Höhe, fällt aber ſogleich durch ſeine eigene Schwere mit beträchtlicher Gewalt wieder herab, und auf das untergelegte Metall.

§. 36.

Ein Hebel, deſſen Arme nicht in gerader Linie liegen, ſondern einen Winkel mit einander bilden, deſſen Spitze zugleich der Drehungspunkt iſt, heißt ein **Winkelhebel**. Der Winkelhebel unterliegt ganz denſelben Geſetzen, wie ein geradliniger, zweyarmiger Hebel, von dem er ſich auch im Weſentlichen gar nicht unterſcheidet. Die Kräfte verhalten ſich demnach auch hier, im Zuſtande des Gleichgewichtes, wie umgekehrt die Länge der Arme; und die beyden Hebel, (Taf. III. Fig. 29 und 30) ſtehen daher im Gleichgewichte (vergl. §. 33).

Anwendungen des Winkelhebels findet man häufig, ſowohl im gemeinen Leben, als bey verſchiedenen techniſchen Maſchinen. Einen ſehr gewöhnlichen Fall dieſer Art ſehen wir an den Glockenzügen der Hausthüren (Taf. III. Fig. 31), wo die Kraft des ſenkrechten, bey a angebrachten Zuges in horizontaler (oder bey einer andern Stellung des Winkelhebels, auch in einer andern) Richtung auf die Glocke b fortgepflanzt wird. Die ſo genannten **hebenden Fallen** an Schlöſſern ſind ebenfalls Winkelhebel. Der Riegel o n (Taf. I. Fig. 17) einer ſolchen Falle dreht ſich um den Punkt n, ſein vorderer Theil ſteht über den Schloßkaſten p hinaus, und wird nur durch einen Druck auf die Klinke m ausgehoben, wenn die Thür geöffnet werden ſoll,

durch die Feder l aber sogleich wieder in seine alte Lage gebracht. *). — In den ältern deutschen Kassenschlössern finden sich gleichfalls viele Beyspiele von der Anwendung des Winkelhebels. Zwey etwas von einander verschiedene Arten solcher Schlösser sind in Fig. 1 und 2 (Taf. IV.) vorgestellt. In Fig. 1 sind d, d, zwölf einzelne Riegel, deren Köpfe beständig außerhalb des Schloßbleches sich befinden, und nur durch den Gebrauch des bey f eingesteckten Schlüssels auf eine kurze Zeit zurückgezogen werden. Der ganze, wie man sieht eben nicht sehr einfache, Mechanismus des Schlosses zweckt demnach dahin ab, diese Riegel sämmtlich auf einmahl in Bewegung zu setzen. Der Bart des Schlüssels wirkt auf eine gerade Stange a a, und schiebt diese nach der Richtung des Pfeiles. Dadurch werden gleichzeitig die Hebel e e, und g g, um ihre Unterstützungspunkte gedreht, und bewirken solchergestalt den beabsichtigten Erfolg. In das Detail dieser Bewegung einzugehen, scheint überflüssig, da sich der größte Theil der Zeichnung von selbst erklärt. b b sind Klammern, in welchen die Riegel sich schieben; durch die Federn c c werden diese letztern wieder in ihre alte Lage zurückgebracht, wenn man den Schlüssel aus dem Schlosse entfernt.

Mehr zusammengesetzt ist die Einrichtung des in Fig. 2 gezeichneten Schlosses, ungeachtet dasselbe in den Haupttheilen mit dem vorigen übereinkommt. a d sind hier die Riegel, deren Gestalt von jenen der Fig. 1 nicht wesentlich abweicht; e die

*) Von den hebenden Fallen sind die s. g. schließenden Fallen verschieden, bey welchen der Riegel gerade vor- und rückwärts sich bewegt. Ein paar Worte mögen bey dieser Gelegenheit ihre Einrichtung erläutern. Mit dem Schlosse in Fig. 12 (Taf. II.) ist eine solche Falle verbunden. Der Fallenriegel p q wird durch den Druck der Feder r beständig außerhalb des Schloßkastens erhalten. Um ihn zurückzuziehen, dreht man die Olive, an welcher im Innern das mit zwey gekrümmten Lappen versehene Stück s u steckt. Man mag nun rechts oder links drehen, so drückt einer dieser Lappen auf den Riegel, und schiebt ihn einwärts.

Klammern derselben. Die Bewegung geht von der Stange g aus, die durch den Schlüssel unmittelbar geschoben wird; r ist das Schlüsselloch. Durch die beyden Hebel o p, deren Drehungspunkte in i sich befinden, theilt g seine Bewegung einer zweyten Stange, g′ mit; beyde schieben sich daher nach den durch Pfeile angegebenen Richtungen. m m sind Ausschnitte, mittelst derer die Stangen auf ein paar Stiften sich bewegen. Zur Uebertragung der Bewegung auf die Riegel dienen die Ansätze h, und die Winkelhebel k. Eine aufmerksame Betrachtung der Zeichnung muß hier mehr thun, als eine lange Beschreibung. Die Federn s wirken nicht unmittelbar auf die Riegel, sondern auf die einarmigen Hebel t, was aber nicht wesentlich ist. k ist die Zuhaltung des Schlosses; l der Angriff für den Schlüssel; q die Zuhaltungsfeder. Damit man die Riegel auch eine längere Zeit offen, d. h. im Innern des Schloßgehäuses erhalten könne (was bey einem gemeinen deutschen Schlosse gewöhnlich nicht der Fall ist), ist eine besondere Vorrichtung angebracht. Ein Winkel v wird durch die Feder w in einer solchen Lage gehalten, daß dessen vorderer Theil sich gegen den Ansatz x stemmt, und so das Zurückgehen der geschobenen Stangen g, g′ verhindert, wodurch die Riegel im Schlosse zu bleiben gezwungen werden. Ein so genannter Ablaßriegel, n, ist bestimmt, diese Sperrung auszulösen; indem man ihn nähmlich von außen zurückdrückt, wirkt der schräge Theil u desselben auf den Winkel v, und zwingt diesen, die mit der punktirten Linie bezeichnete Lage zu verlassen, wodurch die Elasticität der Federn s s, wieder in ihre bisher aufgehobenen Rechte tritt, und die Riegel hinausdrückt.

Zur Bewegung der so genannten Zugriegel in manchen Thür- und Kastenschlössern bedient man sich gleichfalls oft der Winkelhebel. In Fig. 4 (Taf. IV), wo ein solches Schloß gezeichnet ist, bedeutet a den Hauptriegel desselben, der auf die gewöhnliche Art sperrt. Er besitzt bey b einen eisernen Stift, in welchen die Hebel c, c, mittelst langer Ausschnitte eingehängt sind. Auf gleiche Art sind die Zugriegel d mit den andern Armen

dieser Hebel vereinigt. Beym Oeffnen des Schlosses, wo sich der Riegel a zurückschiebt, nimmt das Ganze die durch punctirte Linien bezeichnete Lage an, und die Zugriegel gehen demnach einwärts; der umgekehrte Erfolg findet dann Statt, wenn das Schloß gesperrt wird.

An manchen Drehbänken findet sich endlich eine Anwendung des Winkelhebels, die vorzüglich beym Schraubendrehen gebraucht wird. Bekanntlich entstehen die Schraubengänge dadurch, daß der Schraubstahl, während sich die eingespannte Arbeit dreht, zugleich nach der Länge derselben fortgeführt wird. Oft jedoch findet auch der entgegengesetzte Fall Statt: man hält nähmlich den Schraubstahl fest, und läßt die Spindel der Drehbank, sammt der daran befestigten Arbeit, sich drehen und fortschieben zu gleicher Zeit. Diese Bewegung wird durch die sogenannten Patronen bewirkt, welche sich an dem hintern Theile der Spindel befinden, und nichts anders sind, als kürze Stücke von Schrauben, die sich in einer Mutter vor- und rückwärts bewegen können. Für die Verfertigung kürzerer Schrauben reicht die Befestigung an dem Kopf der Spindel schon hin; längere Arbeitsstücke hingegen müssen an beyden Enden von Spitzen gehalten werden. Bloß für diesen letztern Fall ist die erwähnte Vorrichtung anwendbar. Zur Erläuterung derselben diene die Zeichnung (Tafel IV. Fig. 3), in welcher die Spindel mit x b, die Stelle der Patronen mit c, und die Arbeit mit d bezeichnet ist. Ein an dem Reitstocke h befindlicher eiserner Arm enthält den Drehungspunkt des Winkelhebels f, der mit dem einen Arme den Körner e gegen vorwärts drückt, am andern aber ein Gewicht, g, trägt. Wenn nun während der Operation die Spindel abwechselnd vor- und rückwärts geschoben wird, so steht dieser Bewegung nie ein Hinderniß entgegen, aber durch den Zug des Gewichtes wird die Arbeit immer fest zwischen beyden Spitzen gehalten, was eigentlich die Absicht der Vorrichtung ist.

§. 37.

Bey den bisher betrachteten Arten von Hebeln lagen Kraft und Last auf zwey verschiedenen Seiten des Unterstützungspunk-

tes. Dreht sich aber der Hebel um einen seiner Endpunkte, fallen demnach beyde auf ihn wirkende Kräfte an eine und die nähmliche Seite vom Drehungspunkte, so entsteht ein einarmiger Hebel (§. 31.) Eine einfache Demonstration lehrt, und die Erfahrung bestätigt es, daß auch hier Kraft und Last sich zu einander wie umgekehrt ihre Entfernungen vom Drehungspunkte verhalten müssen, wenn Gleichgewicht herrschen soll. Man kann nähmlich den einarmigen Hebel als einen zweyarmigen Winkelhebel betrachten, dessen Arme sich einander so sehr genähert haben, daß sie nun einen unendlich kleinen (d. h. so viel wie gar keinen) Winkel bilden. So läßt sich der einarmige Hebel c d (Taf. II. Fig. 17), dessen Drehungspunkt in o liegt, und auf welchen zwey Gewichte in b und d nach entgegengesetzten Richtungen wirken, auf den Winkelhebel, a c d zurückführen. Man kann sich denken, daß der Arm a c dieses letztern sich in einem Bogen (a b) so lange bewegt habe, bis er mit c d zusammen fiel; und ohne Erinnerung leuchtet ein, daß die in Absicht auf das Verhältniß der Kräfte vorhin gültig gewesenen Gesetze dabey keine Aenderung erlitten haben werden.

Wirkten demnach in d zwey gleich starke Gewichte in entgegengesetzter Richtung auf den Hebel, so würde er aus demselben Grunde im Gleichgewichte bleiben, als ein zweyarmiger Hebel, dessen Arme gleiche Länge haben. Setzt man hingegen den Fall, daß in b ein Gewicht von 10 Pfund den Hebel aufwärts zu ziehen strebte, so werden in d (nähmlich in der doppelten Entfernung vom Drehungspunkte c) nur 5 Pfund zur Erhaltung des Gleichgewichtes nöthig seyn; zufolge dem für den ungleicharmigen Hebel geltenden Gesetze, von welchem oben (§. 33) die Rede war. In dem Punkte e, der nur ein Drittelmahl so weit vom Drehungspunkte entfernt ist, als d, müßte man dreymahl so viel Gewicht (oder 15 Pfund) anbringen, um den 5 Pfunden am Ende des Hebels das Gleichgewicht zu halten u. s. w.

§. 38.

Im gemeinen Leben sowohl als in den Künsten findet man auch von der Anwendung des einarmigen Hebels häufige Bey-

spiele. So wirkt z. B. eine Schiebkarre ganz in dieser Art. Die Messer, derer man sich in den Apotheken zum Zerschneiden von Kräutern, Wurzeln u. dgl. bedient, und die bey einem Ende an einem Gewinde beweglich sind; am andern aber mit der Hand geführt werden, sind eben so als armige Hebel zu betrachten. Ein solcher Hebel ist auch die gemeine Flachsbrechel (Taf. IV. Fig. 5), welche in ihrer Gestalt den erwähnten Messern nahe kommt. Einarmige Hebel sind ferner die Hämmer der Walkmühlen (Fig. 6), die am vordern Ende durch eine Daumenwelle gehoben werden. Die Tritte an den Weberstühlen (Taf. III. Fig. 8) gehören auch hierher. Sie sind an ihrem Ende n um einen eisernen Bolzen beweglich, und ziehen, wenn der Arbeiter sie abwechselnd bey o o mit den Füssen in Bewegung setzt, mittelst der Schnüre m m die Schäfte abwärts. Ein anderer Theil des Weberstuhles, die Lade p, ist gleichfalls ein einarmiger Hebel. Sie besteht aus einem Rahmen, der bey b, wo er im obern Stuhlgestelle aufliegt, den Drehungspunkt hat, bey d mit der Hand gefaßt, und gegen h vorwärts geführt wird. Bey q ist das s. g. Blatt eingesetzt, dessen Stifte die Eintragfäden in h an einander pressen. Das schwere Holzstück r dient, um die Wirkung des Schlages zu vermehren. Große Blechscheeren baut man oft auf eine solche Art, daß sie als einarmige Hebel wirken (s. Tafel IV. Fig. 8.) Bey den Kesseln der Dampfmaschinen wird ein solcher Hebel angewendet, um das Sicherheits-Ventil nach Belieben mit mehr oder weniger Kraft zu schließen. Auf Taf. IV. ist Fig. 9 eine Zeichnung dieses Apparates. a ist das die Oeffnung des Dampfkessels absperrende Ventil, welches mit dem Hebel b c in Verbindung steht. Ein Gewicht d hat die Bestimmung, auf das Ventil einen größern oder geringern Druck auszuüben, je nachdem man es von dem Drehungspunkte c des Hebels entfernt, oder demselben nähert. Einen ähnlichen Zweck erreicht man bey den Streckmaschinen der Baumwollenspinnereyen (Taf. IV. Fig. 7) durch den Hebel a, der von dem verschiebbaren Gewichte b herabgezogen wird, und dadurch die zum Ausdeh-

nen der Baumwollenbänder bestimmten Walzen c c an einander preßt.

Ein einarmiger Hebel ist auch der sogenannte Vorfall (die Stellung) in den Taschenuhren, der das Ueberziehen der Feder verhindert. In Fig. 10 (Taf. IV.) hat man ihn mit f bezeichnet. Er ist in dem an der Klobenplatte befestigten Vorfallklöbchen e um einen durchgesteckten Stift in senkrechter Richtung beweglich (s. Fig. 12), und wird von der Feder c c ein wenig gegen die Pfeilerplatte A hin gedrückt, damit während dem Gange der Uhr die Schneckenschnauze a kein Hinderniß finde. Beym Aufziehen der Uhr dreht sich die Schnecke b nach der durch den Pfeil angezeigten Richtung, und die sich aufwickelnde Kette, g, kommt nach und nach dem Vorfall näher, berührt ihn zuletzt sogar. Hierdurch wird der Vorfall gegen die in der Figur nicht sichtbare Klobenplatte gedrückt, und wenn der letzte Schneckengang auch mit der Kette angefüllt ist, so befindet sich jener gerade in einer solchen Lage, daß die Schneckenschnauze a an ihn stößt, wodurch die weitere Umdrehung der Schnecke, und somit das Abreißen der Kette verhindert wird. Man sieht daraus, von welcher Wichtigkeit der Vorfall für eine jede Uhr seyn müsse.

§. 39.

Wir haben bisher immer den Fall gesetzt, die Kräfte wirken senkrecht (unter rechten Winkeln) auf die Hebelarme. In der Praxis ist das nicht immer der Fall, sondern manchmahl geschieht es, daß die Richtung der Kraft oder der Last, oder beyder, schief auf den Hebel ist. Was wird das Resultat dieser Abänderung seyn? — Dadurch, daß die Kraft eine schiefe Richtung gegen den Hebel hat, wird ihre Wirkung geschwächt, und zwar um so mehr, je schiefer diese Richtung ist. Das lehrt die Erfahrung. Wie aber bestimmt man die Intensität, womit eine schief auf den Hebel wirkende Kraft denselben afficirt? Auf folgende Art: Von dem Drehungspunkte ziehe man eine senkrechte Linie auf die Richtung der Kraft. Die Länge dieser Linie gibt die Entfernung einer gleich starken, aber senkrecht auf den Hebel wirkenden Kraft, die gleiche Wirkung auf denselben hervorbringen würde, die man

also der in einer größern Entfernung schief wirkenden substituiren kann. So üben z. B. in der Fig. 14 (Taf. IV.) die Gewichte r und s gleiche Wirkung auf den Hebel a b aus, jedes derselben hält nähmlich der Last q das Gleichgewicht, ungeachtet sie in verschiedenen Abständen von dem Drehungspuncte c wirken. Die Ursache davon ist keine andere, als weil r schief, s hingegen senkrecht auf den Hebel angebracht ist. Wollte man die Kraft r schief auf den Punkt d (statt nach a hin) wirken lassen, so würde sie an Intensität verlieren; und gegen q nicht mehr das Gleichgewicht behaupten.

§. 40.

Wenn irgend eine ziehende Kraft c (Taf. IV. Fig. 17) in senkrechter Richtung auf den Arm a eines Hebels a b wirkt, so behält sie diese ihre Richtung nur sehr kurze Zeit; denn wenn der Hebel sich durch eine gewisse Strecke bewegt hat, und etwa in die Lage der punktirten Linie gekommen ist, so macht die Richtung a c der Kraft schon einen merklich schiefen Winkel; sie wirkt jetzt nicht nur mit geringerer Intensität als im Anfange, sondern eine zur Hervorbringung des Zuges in a c angebrachte Schnur oder Stange nimmt nunmehr eine von der vorigen verschiedene Stelle ein, welche durch die senkrecht herab punctirte Linie bezeichnet wird. Daß hieraus in manchen Fällen Unbequemlichkeiten entstehen können, unterliegt keinem Zweifel; man hat daher jenem Umstande auf eine zweckmäßige Art auszuweichen gesucht. Zu diesem Ende wird mit dem Arme des Hebels (Taf. IV. Fig. 15) ein aus dem Drehungspunkte c beschriebener Kreisbogen b verbunden, woran man eine Kette, a, a, befestiget. Der Hebel kann bey dieser Einrichtung in was immer für eine Lage kommen (z. B. in die der punktirten Linie d d), so bleibt die Entfernung der Kraft vom Drehungspunkte doch immer unverändert, nähmlich dem Halbmesser des Bogens c b gleich. Die Kette a a legt sich während der Bewegung des Hebels auf den Bogen, und so bleibt der Zug auch immer vollkommen gerad. Bey Pumpen, so wie bey den einfach wirkenden Dampfmaschinen (§. 10) ist dieses Mittel in Anwendung. Für doppelt wirkende Dampfmaschinen kann man sich der

beschriebenen Einrichtung nicht bedienen, weil durch die an der Kolbenstange befestigte biegsame Kette die Fortpflanzung der Bewegung auf den Hebel nicht zu bewerkstelligen ist. Für diesen Fall findet die in Fig. 16 gezeichnete Vorrichtung nützliche Anwendung. Der Kreisbogen besitzt hier zwey Ketten, a b und c d, die beyde ebenfalls an der Kolbenstange B fest sind, und sich kreuzen. Bey der auf- und niederspielenden Bewegung dieser letzteren wird hierdurch der Hebel ohne Anstand abwechselnd nach einer und der andern Richtung gedreht.

§. 41.

Wenn mehrere Hebel so mit einander verbunden werden, daß der Angriffspunkt der Kraft des einen, als Last von dem andern in Bewegung gesetzt wird, so entsteht das, was man einen zusammengesetzten Hebel nennt. Nehmen wir an, es seyen (Taf. V. Fig. 1) a c b, d e f, g h i, drey ungleicharmige Hebel, welche man auf die in der Zeichnung angegebene Art auf einander wirken ließe, und an den letzten Hebel sey bey i ein Gewicht von 1 Pfund angehängt. Da der Arm h i dieses Hebels doppelt so lang ist als g h, so würde, dem früher (§. 33.) angegebenen Gesetze zufolge, bey g ein Gewicht von 2 Pfund erforderlich seyn, um den Hebel im Gleichgewicht zu erhalten. Ist nun aber ein solches Gewicht nicht vorhanden, so wird g mit einer Gewalt von 2 Pfund aufwärts gedrückt; eine eben so starke Kraft wirkt daher auf den längern Arm e f des zweyten Hebels. Um diesen 2 Pfunden bey d das Gleichgewicht zu halten, sind schon 6 Pfund nöthig, weil der Hebelarm e f dreymahl länger ist als d e. Auf das Ende b des ersten Hebels wirkt daher eine Kraft von 6 Pfunden, der endlich durch ein bey a angehängtes Gewicht von 24 Pfunden das Gleichgewicht gehalten wird. Diese 24 Pfunde werden demnach eben so mit 1 Pfund bey i im Gleichgewichte seyn; und kommt an diesem letztern Punkte noch ein geringer Ueberschuß an Kraft hinzu, so werden die 24 Pfund bey a ohne Anstand in Bewegung gesetzt. Man kann sich demnach des zusammengesetzten Hebels mit Vortheil bedienen, um Kraft zu sparen; wobey freylich wieder berücksich-

tigt werden muß, daß die Last bey a einen 24mahl kleinern Raum durchläuft, als die in i angebrachte Kraft in gleicher Zeit zurücklegt. Würde man übrigens lauter gleicharmige Hebel mit einander verbinden, so würde weder an Kraft, noch an Raum gewonnen oder verlören werden; eine solche Hebelverbindung könnte daher bloß zur Fortleitung der Bewegung an einen gewissen Ort dienen.

Es ist keineswegs nöthig, daß die Enden der Hebelarme unmittelbar auf einander wirken; man kann sie im Gegentheil auf jede andere Art verbinden, wobey die zu übertragende Kraft keine Veränderung erleidet. Beyspiele hievon geben die Zeichnungen (Taf. V. Fig. 2 und 3.)

Endlich braucht wohl kaum erinnert zu werden, daß man eben sowohl Winkelhebel als geradlinige Hebel mit einander verbinden könne.

§. 42.

Beyspiele von der Anwendung zusammengesetzter Hebel gibt es viele. So sind, um einen einfachen und sehr bekannten Fall anzuführen, gewisse Klappen an Blasinstrumenten nichts anders als doppelte Hebel; a und b (Taf. IV. Fig. 18) bezeichnen die Drehungspunkte, c ist der Vereinigungspunkt beyder Hebel, und d die Klappe selbst; bey e wird der Druck des Fingers angebracht, wenn diese sich schließen soll.

In Papiermühlen, wo öfter der Fall eintritt, daß man durch eine einzige Daumenwelle zwey Reihen Hämmer in Bewegung setzen will, kann dieses auf die in Fig. 7 (Taf. V.) angegebene Art geschehen. Man läßt nähmlich die Daumen der Welle a auf die Hämmer einer Reihe nicht unmittelbar, sondern mittelst eines dazwischen angebrachten zweyarmigen Hebels (c c) wirken. Der Hammer b bildet hier den zweyten Hebel; so, daß das Ganze ebenfalls ein zusammengesetzter Hebel ist. — Zusammengesetzte Hebel hat man ferner in der neuern Zeit bey Buchdruckerpressen angewendet, um die Bedienung derselben dem Arbeiter zu erleichtern. Die allereinfachste Maschine dieser Art ist die Hebelpresse des englischen Grafen Stanhope, deren we-

sentlichste Theile auf Taf. XVI, und zwar Fig. 13 im Aufriß, Fig. 14 aber von oben anzusehen, gezeichnet sind. Der Preßbengel b bewegt die Schraubenspindel i nicht unmittelbar, sondern an dieser ist oben ein kurzer Hebel e befestigt, der durch Hülfe der eisernen Lenkstange d mit einem zweyten solchen Hebel, f, in Verbindung steht; f sitzt an einer senkrechten Welle c, welche zugleich den Bengel b trägt. So bildet das Ganze eine Vereinigung von zwey Hebeln, b c f und e. Der Arbeiter, der den Bengel führt, und also auf den langen Arm des ersten Hebels wirkt, bewegt die Spindel c um ihre Axe, treibt somit auch die Schraube i herab, und der Tiegel g, g bewirkt auf gewöhnliche Art den Abdruck. Daß hierbey die Schraubenspindel mit viel größerer Gewalt umgedreht wird, als dieses der Fall seyn könnte, wenn der Bengel unmittelbar an ihr befestigt wäre, sieht man ein; und dieser Erfolg läßt sich noch vergrößern, wenn man den Hebel e bedeutend länger macht.

Unter die weniger bekannten Fälle, wo Hebelverbindungen angewendet werden, gehören die sogenannten Stecher an Scheibengewehren, Vorrichtungen, durch welche es möglich gemacht wird, den Schuß augenblicklich abzubrennen, ohne daß eine Verrückung des Gewehres beym Losdrücken zu befürchten steht. Die Construction dieser Stecher läßt sich zwar in einzelnen Theilen verschiedentlich abändern, gründet sich aber immer auf das nähmliche Princip. Fig. 5 auf Taf. V. gibt den Begriff von einer solchen Einrichtung. Der hier vorgestellte Stecher besteht aus fünf Hebeln, die mit I., II., III., IV., V. bezeichnet sind, und auch vier Federn, welche auf die Hebel I., II., IV. und V. wirken. Da es der Deutlichkeit geschadet haben würde, wenn diese Federn auch mit in die Zeichnung aufgenommen worden wären, so hat man bloß die Stellen, wo sie liegen, und die Richtung, nach der sie drücken, durch kleine Pfeile angedeutet. Der Stecher wird in den Schaft des Gewehres so eingelassen, daß von außen nur die über das Blech A A vorstehenden Theile, a, b, c zu sehen sind. Um ihn in die zu seiner Wirksamkeit erforderliche Lage zu versetzen, hat man nur nöthig, den Drücker a nach der

Richtung des Pfeils zurückzuziehen. Es bedarf dann bloß einer ganz leisen Berührung an der Nadel b, um das Losgehen des Schusses zu bewirken. Wir werden nun den Vorgang beym Aufziehen sowohl, als beym Auslösen des Stechers unserer Betrachtung unterwerfen.

Durch das Anziehen des Drückers a wird der Hebel I (der, wie man sieht, ein Winkelhebel ist) etwas um seinen Drehungspunkt bewegt: der Theil h desselben drückt demnach auf den Hebel II, und legt sich in einen zwischen g und i befindlichen Einschnitt. Die Elasticität der beyden Federn 1 und 2 ist dabey überwunden worden, und der vordere, winkelig gebogene Arm l des Hebels II ist in die Höhe gegangen. Dadurch erhält aber die Feder 4 freyes Spiel; sie drückt den Hebel IV bey n aufwärts, und dieser nimmt auch den Arm o des Hebels III mit sich; zugleich legt sich der zweyte Arm, f, dieses letztern auf das scharfkantige Ende e des Hebels V. Alle Theile des Stechers haben demnach jetzt genau die Lage, wie sie in Fig. 4 abgebildet ist; und sie werden diese so lang unverändert behaupten, bis sie absichtlich daraus gebracht werden.

Die Auslösung des Stechers bewirkt man, wie schon erwähnt, durch einen leisen Druck auf die Nadel b, und zwar nach der Richtung des Pfeils (Fig. 4.) Dabey bewegt sich der Hebelarm V, e, auf eine unbedeutende Entfernung vorwärts, und die Feder 2 (die beträchtlich stärker seyn muß, als 4), bringt alle Theile wieder in die vorige, durch Fig. 5 angezeigte Lage. Sie treibt nähmlich den Arm g des Hebels II nach aufwärts; der Theil l des nähmlichen Hebels gleitet von dem Rücken m des Hebels IV ab, und drückt diesen ganzen Hebel, der nun auch den Hebel III (oder eigentlich den Arm f desselben) mit sich nimmt, etwas zurück. In dem Augenblicke, wo dieses alles geschieht, tritt auch die starke Feder 1 in Wirksamkeit, schlägt den Hebel I mit Heftigkeit gegen die Stange des Gewehrschlosses (Taf. II. Fig. 11. e), und bewirkt dadurch, auf die bekannte Art, das Losgehen dieses letztern.

Man wird aus dem Vorhergehenden schon ersehen haben,

daß es eigentlich bloß der Hebelarm III, f, sey, der dadurch, daß er sich auf e legt, die Wirkung aller Federn auf eine beliebige Zeit hemmt. Da demnach, wie wir gesehen haben, das Auslösen des Stechers bloß durch eine kleine Bewegung von e bewirkt wird, so muß es auch um so leichter vor sich gehen, je weniger f auf dem Hebelarm e aufliegt. Eine kleine Schraube o ist bestimmt, durch ihre Wirkung auf den Hebelarm d, den Grad jener Leichtigkeit zu reguliren: je mehr man dieselbe hineinschraubt, desto mehr stellt sich der zweyte Arm e des Hebels V. schief gegen vorwärts, und desto geringer wird auch die Berührung zwischen e und f. Man kann es mit Hülfe dieses Mittels so weit bringen, daß die Auslösung des Stechers schon durch starkes Blasen auf die Nadel b bewirkt wird.

Da die Angriffspunkte der Hebel, besonders aber die zwey Schneiden e und f, eine bedeutende und oft wiederhohlte Reibung auszustehen haben, so müssen diese Theile nothwendiger Weise aus gehärtetem Stahl verfertigt werden, um einer zu schnellen Abnutzung vorzubeugen.

Fig. 6 (Taf. V.) ist die Zeichnung eines etwas abweichend gebauten Stechers, dessen Erklärung ich mir erspare, da wahrscheinlich eine genaue Betrachtung der Zeichnung, und eine Vergleichung derselben mit dem, was eben gesagt worden ist, zum Verstehen hinreichend seyn wird. — Eine Vorstellung von einem so viel möglich einfachen Stecher geben die Fig. 10 und 11.

§. 43.

Daß wir bisher den Hebel fast immer als eine gerade, unschwere und unbiegsame Linie angesehen haben, war nothwendig zur Erläuterung der bey demselben Statt findenden Gesetze, die nur auf einen solchen ideellen Hebel mit ganzer Strenge anwendbar sind. In der Ausführung hat der Hebel (der dann materiell genannt wird), nicht nur Schwere und Biegsamkeit, welche beyden Eigenschaften das Resultat der Berechnung in etwas ändern; sondern er hat auch häufig eine verschiedenartige Biegung oder Krümmung, wie man aus mehreren der angeführten Beyspiele zum Theil schon ersehen haben

wird. Indessen macht diese Gestalt für sich keinen Unterschied in der Wirkung. Immer kann man einen solchen Hebel betrachten als einen ganz geradlinigen, dessen Arme die Länge haben, welche eine vom Drehungspunkte auf die Richtungen der Kräfte geführte senkrechte Linie besitzt (s. Fig. 8 und 9 auf Tafel V.)

Zur Erleichterung des Verstehens hat man bisher auch die auf die Hebelarme wirkenden Kräfte immer als Gewichte betrachtet, obwohl sie das bey der Ausführung nur in den seltensten Fällen sind.

II. Das Rad an der Welle.

§. 44.

Die zweyte einfache Maschine ist das Rad an der Welle. Man nennt so überhaupt eine jede Vorrichtung, wobey eine Welle (ein Wellbaum) durch eine in gewissem Abstande angebrachte Kraft umgedreht wird. Die Welle ist meist cylindrisch, und besitzt an ihren Enden gewöhnlich ein paar, ebenfalls cylindrische Zapfen, mit denen sie in Pfannen oder Lagern ruht. Die bewegende Kraft wirkt an dem Umfange eines mit der Welle verbundenen Rades, oder an den Enden mehrerer kreuzweise durch sie gesteckten Stöcke (Taf. III, Fig. 11 c), welche letztere man füglich als die Speichen eines eigentlichen Rades, dessen Kranz aber fehlt, ansehen kann. Der zu überwindende Widerstand, den wir mit einem gemeinen Ausdrucke die Last nennen wollen, befindet sich an der Welle selbst.

Wenn Fig. 2 (Taf. VI.) die Zeichnung eines Rades an der Welle ist, in welcher a c den Halbmesser der Welle, c b jenen des Rades, und p die nach der Richtung des Pfeils wirkende Kraft bedeutet, so läßt sich leicht darthun, daß, im Zustande des Gleichgewichtes, die Größe der Kraft zur Größe der Last sich verhalten müsse, wie der Halbmesser der Welle zum Halbmesser des Rades; denn beyde Halbmesser (a c und b c), lassen sich betrachten als die Arme eines Hebels, dessen Drehungspunkt sich in der gemeinschaftlichen Axe des Rades und der Welle, also in c, befindet. Ist demnach b c (wie in der Zeichnung) sechsmahl

so groß als a c, so wird eine in p angebrachte Kraft von 10 Pfunden einer Last q von 60 Pfunden das Gleichgewicht halten. Kommt bey p noch ein geringer Ueberschuß an Kraft hinzu, so wird Bewegung erfolgen: die Last q wird nähmlich gehoben werden, indem sich die Schnur oder das Seil, woran sie befestigt ist, um die Welle aufwickelt. Dieser Erfolg läßt sich am leichtesten begreiflich machen, wenn man bedenkt, daß in jedem Augenblicke der Bewegung, die Kraft auf einen neuen Halbmesser des Rades, also auf einen neuen Hebel, wirkt, und wenn man dem zu Folge die ganze Maschine als eine Zusammensetzung vieler solcher Hebel (wie a b, f i, h g u. s. w.) die sämmtlich einen gemeinschaftlichen Drehungspunct (c) haben, betrachtet.

Wenn das Rad eine Umdrehung vollendet hat, so hat die Kraft den Umfang des Rades, die Last den Umfang der Welle zurückgelegt. Da aber die Umfänge zweyer Kreise gerade wie ihre Halbmesser sich zu einander verhalten, so wird in dem angenommenen Beyspiele der Weg, welchen die Kraft durchläuft, sechsmahl größer seyn, als der Weg, welchen die Last in gleicher Zeit zurückgelegt hat (vergl. §. 32 und 34 a). Durch Vergrößerung des Radhalbmessers kann daher wohl an Kraft gespart werden, dagegen aber verliert man an Zeit, weil die Bewegung der Last langsamer vor sich geht.

§. 45.

Aus dem Vorhergehenden sieht man, daß das Rad an der Welle alle Gesetze des ungleicharmigen Hebels befolgt: es kann daher auch kein Zweifel darüber seyn, was geschehen wird, wenn man die Kraft schief gegen das Rad wirken läßt, wie etwa b d in Fig. 2. Nach dem, was früher (§. 39) gesagt worden ist, wird sich der Effect dieser Kraft b d zu dem einer gleich großen, aber in der Richtung b p wirkenden Kraft verhalten, wie sich verhält die Linie c e, welche aus c senkrecht auf die Richtung der Kraft b d gezogen ist, zu dem Halbmesser c b, der auf b p senkrecht steht. Die Kraft b d wird also nicht im Stande seyn, der Last q das Gleichgewicht zu halten. Auf diese Art geht jederzeit ein Theil der Kraft nutzlos verloren, wenn dieselbe schief wirkt; man

muß deßwegen eine solche schiefe Richtung möglichst zu vermeiden trachten. Indessen ist es keineswegs nöthig, daß die Richtung der Kraft parallel mit jener der Last (d. h. mit der Schnur a q des Gewichtes) sey; sondern es reicht hin, wenn die Kraft nur immer in der Tangente des Rades wirkt. Bezeichnet z. B. g z diese Tangente, so bleibt das Verhältniß zwischen Kraft und Last ungeändert; die ganze Vorrichtung verwandelt sich aber in einen Winkelhebel g c a, auf dessen Armen die Richtungen der Kräfte noch immer senkrecht stehen.

Die zu bewegende Last ist keineswegs in allen Fällen das, wofür wir sie bisher angenommen haben, nähmlich ein mittelst eines Seiles an die Welle gehängtes Gewicht; sondern die erwähnten Gesetze finden überhaupt bey allen jenen Maschinen ihre Anwendung, wo die bewegende Kraft eine Welle herumdreht: so bey allen Arten von Haspeln und Winden, bey Treträdern (§. 20), Wasserrädern (§. 3 folgg.), Windmühlflügeln (§. 16), Kurbeln u. s. w.

§. 46.

Bey dem Baue der genannten, und noch vieler anderen Maschinen, bey denen eine sich drehende Welle den Hauptbestandtheil macht, kommt sehr viel auf die Einrichtung der Zapfenlager, d. h. jener Theile an, durch welche die Zapfen der Welle während ihrer Bewegung unterstützt werden. Eine etwas weitläufigere Behandlung dieses Gegenstandes dürfte daher hier nicht am unrechten Orte gefunden werden.

Nur den horizontal liegenden Wellen gibt man Zapfenlager; senkrecht stehende Wellen erhalten sogenannte Pfannen, d. h. runde Vertiefungen, welche so groß sind, daß die Zapfen ohne Anstand darin sich drehen können. Solch eine Pfanne besitzt z. B. die eiserne Spindel der Töpferscheibe (vergl. §. 20, und die Zeichnung auf Taf. III. Fig. 5, e.) — In einigen Fällen läßt man selbst horizontale Axen nicht in Lagern, sondern zwischen Spitzen laufen; besonders dann, wenn man einer größern Genauigkeit der Bewegung versichert seyn will. Ein Fall dieser Art kommt bey den Schwungrädern der gemei-

nen Drehbänke vor (Taf. IV. Fig. 3), so wie selbst an den Spindeln dieser letztern. Auch die Drehstifte der Uhrmacher gehören gewissermaßen hierher (s. Taf. VII. Fig. 22). — Daß für ganz große und schwere Gegenstände diese Art des Festhaltens ihre Anwendbarkeit wieder verliere, braucht durch keine Erläuterung einleuchtend gemacht zu werden. Eine eigenthümliche Art, die Wellzapfen zu unterstützen, findet sich bey dem Räderwerke der Uhren; man kann sie in Fig. 5 (Taf. XII.) deutlich erkennen. Jede Welle ist hier an ihren Enden dünner gedreht, um die Zapfen zu erhalten, mit welchen sie in den ganz durchgebohrten Löchern der Platten liegt; die dadurch gebildeten Absätze hindern eine jede Verrückung. Die nach außen gerichtete konische Erweiterung der Zapfenlöcher dient zur Aufnahme des Oehles, welches die Reibung vermindern soll.

Die eigentlichen Zapfenlager sind meist halbrund (Tafel I. Fig. 13), oder man gibt ihnen die Form der Fig. 14 (Taf. I.), in welcher Zeichnung a den Zapfen der Welle andeutet; der um ihn herum leerbleibende Raum dient hier zur Aufnahme eines Schmiermittels. Weil aber in beyden Fällen leicht eine kleine Verschiebung der Welle eintreten kann, so ist es oft gut, das Lager mit einer Rinne zu versehen, in welche ein hervorspringender Kranz des Wellzapfens einpaßt. Zu demselben Zwecke kann man die Zapfen doppelt konisch eindrehen (Taf. I. Fig. 16), und den Zapfenlagern die entsprechende Gestalt geben *). Bey Maschinen, deren Wellen nicht allein einen Zug von oben nach unten, sondern auch aufwärts oder nach der Seite leiden müssen, versieht man die Zapfenlager mit Deckeln, welche mittelst Schrauben daran befestiget werden (Taf. I. Fig. 15); und oben eine zum Einbringen des Schmiermittels bestimmte Oeffnung besitzen. Aber noch außerdem werden die Lager oft, um sie

*) Wie man sich desselben Mittels für einen andern Zweck bedient, nähmlich um Schrauben, ihrer Drehung unbeschadet, an einer gewissen Stelle festzuhalten; davon wird später die Rede seyn (§. 65).

vor Staub zu schützen, mit einem leichten, an einem Gewinde beweglichen Deckel versehen, wie z. B. an den Wellbäumen der Mahlmühlen. Eine sehr einfache, aber freylich nur selten anwendbare Art von Lagern besteht aus ledernen Ringen, in welchen man die Enden der Welle laufen läßt; wie dieses z. B. bey den Spindeln der Flachsspinnräder der Fall ist. Erwähnung verdient auch die Anwendung der Frictionsrollen, um Wellzapfen darauf laufen zu lassen, wovon später ausführlicher die Rede seyn wird (§. 146).

§. 47.

Nicht selten tritt der Fall ein, daß gewisse Zapfenlager eine Veränderung ihres Ortes erleiden müssen, ohne daß die ganze Maschine zerlegt werden darf. Um Beyspiele dieser Art braucht man nicht verlegen zu seyn; ein solches findet sich z. B. an den Walzwerken zum Strecken der Metalle, bey denen die Cylinder nach Belieben und Bedürfniß sich nähern oder von einander entfernen lassen müssen. Dazu muß, begreiflicher Weise, eine besondere Einrichtung vorhanden seyn, die aber großer Verschiedenheiten fähig ist.

Die einfachste Art, den genannten Erfolg hervorzubringen, besteht darin, daß man ein paar Schrauben von oben auf die Zapfenlager der einen Walze drücken läßt (Taf. VI. Fig. 14 a); durch das Anziehen oder Nachlassen dieser Schrauben wird begreiflicher Weise der Abstand zwischen beyden Walzen vermindert oder vergrößert, indem entweder die Zapfenlager niedergedrückt oder gehoben werden. Um diesen letztern Erfolg zu bewirken, müssen die vordern Enden der Schrauben in die Lager so eingelassen seyn, daß sie, ihrer Drehung unbeschadet, sich nicht vor- oder rückwärts bewegen können, ohne die Zapfenlager selbst mitzunehmen: doch ist eine solche Einrichtung eben nicht unumgänglich nothwendig, weil die Entfernung der Walzen von einander schon durch den dazwischen gebrachten Gegenstand hinlänglich bewirkt wird. Man bedient sich des angegebenen Mittels, um die Cylinder kleiner Plättwerke u. dgl. nach Erforderniß zu stellen. Weil aber hierbey eine unerläßliche Bedingung

die ist, daß beyde Zapfen der beweglichen oberen Walze um gleich viel gesenkt oder gehoben werden; weil ferner diese Bedingung bey etwas größeren Walzen durch das Augenmaß nur schwer erfüllt werden kann: so hat man auch Einrichtungen ausgedacht, wodurch beyde Schrauben, von einem gemeinschaftlichen Punkte aus, zugleich in Bewegung gesetzt werden (Taf. VI. Fig. 15). Jeder Schraube (a) gibt man nähmlich ein gezahntes Rad (c), und diese beyden Räder werden durch ein zwischen ihnen befindliches Getrieb (d) umgedreht, wobey sie sich natürlich jedesmahl um eine gleiche Weite verstellen müssen. — Statt die Schrauben oben anzubringen, kann man sie auch von unten wirken lassen; (Fig. 5, wo b das Zapfenlager, c d die Schraube, und a a ein paar dem erstern zur sichern Leitung dienende Riegel vorstellt, welche durch zwey im Gestell befindliche Löcher sich schieben.) Manchmahl läßt man, wie in Fig. 21 (Taf. VII), die Stellschrauben d d nicht unmittelbar auf die Zapfenlager der Walzen wirken; sondern man läßt die Zapfen a a auf ein paar Friktionsrädern c c (welche zugleich zur Verminderung der Reibung dienen) laufen, deren Zapfenlager durch die Schrauben d gepreßt werden. Indem man diese letztern anzieht, werden die Zapfen a a der Cylinder durch den Druck der Friktionsscheiben c c einander näher gebracht; das Auseinandergehen derselben beym Nachlassen der Schrauben bewirkt der zwischen die Walzen gebrachte Gegenstand selbst.

Was in den vorigen Beyspielen durch Schraubenspindeln geschehen ist, läßt sich auch durch Muttern bewirken, wie das aus der Zeichnung Fig. 6 (Taf. VI.) hervorgeht. Dort bedeutet b den im Gestelle a fest liegenden, d den beweglichen Cylinder, der sich sammt seinen Lagern durch Anziehen der Schraubenmuttern m m höher oder tiefer stellen läßt.

Um die Cylinder mancher Walzwerke langsam und ohne Stöße einander zu nähern, legt man unter jedes Zapfenlager der untern Walze einen starken Keil, durch dessen Verschiebung sich die Entfernung beyder Walzen reguliren läßt. Die Art aber, wie man die Keile in Bewegung setzt, ist in Fig. 3 abgebildet.

Der Keil c hat in seinem Innern eine Schraubenmutter; die dazu gehörige Spindel a ist am hintern Ende in dem Gestell so eingelassen, daß sie sich wohl drehen, aber nicht fortbewegen kann *): sie zieht daher den Keil gegen sich, oder stößt ihn zurück, je nachdem man sie nach der einen oder der andern Seite dreht. Die Drehung der Schraube geschieht durch eine andere, endlose, Schraube, a, die in ein an der Spindel befindliches Zahnrad e eingreift. Fig. 4 zeigt die ganze Maschine in der vordern Ansicht; aus dieser Zeichnung ersieht man, daß beyde endlose Schrauben sich an einer und der nähmlichen Axe, a a, befinden, was zum gleichförmigen Senken oder Heben der Walze unumgänglich nothwendig ist.

Eine sehr sinnreich ausgedachte Einrichtung, die man an den großen, zum Strecken des Bleyes bestimmten Walzwerken findet, stellt Fig. 8 vor. Ein großer eiserner Bügel l l ist bestimmt, die Walzen von einander zu entfernen, wenn dieses für nöthig erachtet wird. Er faßt zu diesem Zwecke bey m den Zapfen x des obern Cylinders, und ist durch eine eiserne Stange k mit der über die Rolle e gehenden Kette h verbunden, deren zweytes Ende mit einem Hebel g g zusammenhängt. Dieser, der seinen Drehungspunkt bey i hat, trägt am längern Arme ein Gewicht n, welches solchergestalt, wie man leicht sieht, die Walze x beständig zu heben trachtet. Es erübrigt jetzt noch die Beschreibung des Mechanismus, der dazu bestimmt ist, die Kraft des Gewichtes nöthigen Falles zu überwinden, und die Cylinder einander zu nähern. Wenn dieselbe auch jetzt noch nicht vollkommen deutlich seyn sollte, so wird sie es doch späterhin werden, wenn von gezahnten Rädern und Schrauben ausführlich die Rede gewesen seyn wird.

Fig. 7 (Taf. VI) zeigt die obere Ansicht dieser Einrichtung, von welcher in Fig. 8 nur wenige Theile zu sehen sind. Die Axe

*) Ueber die Art, dieses zu bewirken, wird späterhin die Rede seyn (§. 65. 4).

a b beſitzt zwey Schrauben ohne Ende, deren Gänge in die Zähne zweyer Getriebe, c, d, greifen, und dieſe Getriebe ſelbſt herumdrehen, wenn, mittelſt einer bey b angeſteckten Kurbel, die Axe gedreht wird. Von einem andern Getriebe z, welches aber mit dem erſten an der nähmlichen Welle ſitzt, wird die Bewegung den gezahnten Rädern f f mitgetheilt; und da dieſe mit den Schraubenmuttern s s vereinigt ſind, ſo drehen ſich die letztern zugleich mit den Rädern: ſie drücken mithin auf den Sattel y, der den Zapfen der Walze von oben umfaßt, und bewirken ſo ein Niedergehen des Cylinders, während das Gewicht n um Weniges gehoben wird.

§. 48.

Hier verdienen auch noch die Mittel erwähnt zu werden, mittelſt derer man bey den zur Appretur baumwollner Zeuge beſtimmten Walzmaſchinen (Kalandern) die metallnen oder hölzernen Cylinder gegen einander preßt, da dieſer Erfolg ebenfalls auf einer Beweglichkeit der Zapfenlager gegründet iſt. Zwey für den genannten Zweck übliche Einrichtungen ſind in Fig. 9 und 13 (Taf. VI) abgebildet. Die einfachere davon (Fig. 13) beſteht in einem bey q ruhenden, an ſeinem Ende mit einem Steinkaſten p beladenen, und bey x mittelbar auf die Lager der oberſten Walze drückenden Hebel r, durch welchen alle Cylinder, w, w, w, mit hinreichender Gewalt gegen einander gepreßt werden, um dem zwiſchen ihnen durchgehenden Zeuge die gewünſchte Glätte zu ertheilen. Ohne Erinnerung iſt klar, daß der Druck in dem Verhältniſſe der bey p angebrachten Beſchwerung, und nach Maßgabe der zwiſchen x und p Statt findenden Entfernung wächſt; da hierbey alle für den einarmigen Hebel früher aufgeſtellten Geſetze in Anwendung kommen (§. 37).

In Fig. 9 wirkt das Gewicht e vermittelſt der Hebel g und d auf das Lager a der untern Walze, und drückt daſſelbe in die Höhe. Die Drehungspunkte der genannten Hebel ſind b und c. Ein Flaſchenzug f dient zum Heben des Gewichtes, mithin zur Niederlaſſung der Walze. (Aehnliche Vorrichtungen zum Aneinanderpreſſen von Walzen wendet man bey den Streckma-

schinen der Baumwollenspinnereyen an. S. §§. 24, 38; und Taf. III. Fig. 9; Taf. IV. Fig. 7).

§. 49.

Eine besondere Art beweglicher Lager kommt bey den sogenannten Passig-Drehbänken vor, deren Spindeln aus einer eigenen Ursache beweglich seyn müssen.

Die Spindel einer solchen zum Guillochiren bestimmten Drehbank wird auf die gewöhnliche Art in Umdrehung gesetzt; sie muß aber zugleich einer andern Bewegung fähig seyn, damit das eingespannte Arbeitsstück diejenigen Linien beschreibe, welche zur Hervorbringung des Desseins erforderlich sind. Man stelle sich z. B. vor, daß an der Spindel (Taf. VI. Fig. 11 bey a) Hervorragungen von gewisser Form (welche zusammen eine sogenannte Patrone bilden) sich befinden; daß ferner in b ein Stift unbeweglich stehe, und daß die ganze Docke, in welcher die Spindel liegt, um den Punkt b sich bewegen könne; daß dieselbe aber durch irgend eine Kraft gegen den erwähnten Stift h angedrückt werde: so sieht man ohne Erinnerung ein, daß die Spindel bey ihrer Umdrehung keinen Kreis beschreiben kann, sondern daß sie jedesmahl, wenn eine der Hervorragungen gegen den Stift h (den sogenannten Anlauf) stößt, diesem letztern ausweichen, und mithin genau eine der Form der Patrone a gleichkommende Linie beschreiben muß. Der zum Guillochiren bestimmte Grabstichel steht hierbey ganz fest, und beschreibt daher auf der Vorderseite des eingespannten Arbeitsstückes dieselbe Linie.

Die Kraft, welche die Spindel immerfort gegen den Anlauf drückt, kann entweder (wie in Fig. 10 und 11) eine Feder, oder (wie in Fig. 12) ein Gewicht seyn. In allen drey Zeichnungen bedeutet a b die Docke, welche um den Punkt b beweglich ist. Fig. 10, wo c die Feder; und Fig. 12, wo g das Gewicht, dessen Schnur über die Rolle d gelegt ist, anzeigt, bedürfen keiner weitern Erklärung. In Fig. 11, welche eine der gewöhnlichsten Einrichtungen vorstellt, hat die Feder e, die unter der Bank n n mittelst der Schraube f befestigt ist, ei-

ne etwas andere Gestalt als in Fig. 10. Ein mit der Docke a b vereinigter eiserner Winkel o drückt auf das freye Ende der Feder, bey d, und man erhält so den gewünschten, oben angegebenen Erfolg.

III. Die Rolle.

§. 60.

Unter dem Nahmen der Rolle versteht man gewöhnlich eine um ihre Axe bewegliche zirkelförmige Scheibe, welche an ihrem Umkreise eine zur Aufnahme einer Schnur, Kette oder dgl. bestimmte Rinne besitzt. Die Axe der Rolle ist gewöhnlich ein verhältnißmäßig starker, runder eiserner Stift, welcher in einem Kloben oder in einer schicklichen Fassung fest liegt, und auf den die Rolle selbst nur lose angesteckt ist. Man zieht diese Art der Anordnung, ungeachtet der großen dabey Statt findenden Reibung vor, weil sie am leichtesten zu machen ist. Doch hat der unter (§. 63) zu erwähnende Flaschenzug des Shouldham, nebst mehreren andern Vorzügen, auch eine solche Einrichtung, daß die Rollen an ihrer Axe fest sind, und die Enden dieser letztern in den Wänden des Klobens umlaufen. Die am Umkreise der Rolle befindliche Rinne wird Schnurlauf genannt. Gewöhnlich wird darüber eine Schnur oder ein Seil gelegt, an dessen beyden Enden Kraft und Last der Bewegung wirken. Wenn in Fig. 17 (Taf. VI) p und q diese beyden einander entgegenstrebenden Kräfte bezeichnen, so wird ihre Wirkung genau dieselbe seyn, als ob sie an den zwey Enden eines gleicharmigen Hebels angebracht wären; denn einen solchen Hebel a b, dessen Drehungspunkt in der Axe c liegt, bildet unter diesen Umständen die ganze Rolle. Mithin werden Kraft und Last im Zustande der Ruhe einander vollkommen gleich seyn. Solche Rollen können daher in keinem Falle zur eigentlichen Ersparung von Kraft, sondern nur zur bequemen Anbringung derselben dienen, indem man die Schnur nach der für die Ausübung bequemsten Richtung leitet. Die in Fig. 17 gezeichnete parallele Richtung der Schnurtheile hat hierbey keinen Einfluß

auf den Erfolg; denn, im Falle, daß dieselbe nicht Statt findet, verwandelt sich die Rolle ihrer Verrichtung nach in einen Winkelhebel, dessen Arme aber, als Halbmesser, immer gleiche Länge behalten, und auf welche die Richtung der Seilstücke immer senkrecht steht (Fig. 18, a c b).

§. 51.

Rollen von der im vorigen §. beschriebenen Einrichtung nennt man feste, einfache oder unbewegliche Rollen. Man bedient sich ihrer häufig beym Emporheben von Lasten, wobey man die Kraft an dem über die Rolle gelegten Seile abwärts wirken läßt, welche Richtung für die Kraft des Menschen am allerbequemsten ist. Auch bey vielen andern Gelegenheiten, wo die Last auf eine gewisse Art geleitet werden soll, werden einfache Rollen angewendet; z. B. zur Leitung des Gewichtes, welches an der Steindruckpresse den Karren nach geschehenem Abdrucke in seine alte Lage zurückführt (Taf. III, Fig. 11 a); zur Leitung der Nahmehorden an den Zugstühlen der Seidenzeugweber; zur Vereinigung der Schäfte an den gemeinen Weberstühlen (Taf. III, Fig. 8, i) u. s. w. In allen diesen Fällen wird durch sie, da sie sich um ihre Axe drehen, die Reibung bedeutend vermindert, welche Statt haben würde, wenn man das Seil oder die Schnur über ein festliegendes Stück Holz oder Metall wegleiten wollte.

Manche Maschinentheile, welche ebenfalls Rollen genannt werden, führen diesen Nahmen nur mit Unrecht, da sie mit den eigentlichen Rollen bloß die Form gemeinschaftlich haben, übrigens aber in ihrer Wirkungsart sich auf das Rad an der Welle zurückführen lassen. Hierher gehören z. B. die Rollen an den Drehstiften der Uhrmacher (Taf. VII, Fig. 22 n), welche mittelst der um sie geschlungenen Schnur des Drehbogens in Bewegung gesetzt werden; die auf ähnliche Art benützten Rollen an Metallbohrern, Räderschneidzeugen u. s. f.

§. 52.

Von den einfachen Rollen unterscheiden sich die losen Rollen, beweglichen Rollen oder Zugrollen dadurch, daß sie

ſich nicht bloß um ihre Axe drehen, ſondern während ihrer Wirkſamkeit auch die anfängliche Stelle verlaſſen, weßwegen ſie in keinem feſten Geſtelle liegen können, ſondern immer einen Kloben beſitzen müſſen, der ihren Axen die nöthige Unterſtützung gewährt. Die Einrichtung einer beweglichen Rolle läßt ſich aus Fig. 19 (Taf. VI) erſehen. Die Laſt r hängt in vertikaler Richtung von ihrem Mittelpunkte herab, und die Schnur, welche bey q befeſtigt iſt, wird von der Kraft bey p angezogen, wodurch ſich die ganze Rolle nebſt der Laſt in die Höhe bewegt. Bey einigem Nachdenken ſieht man, daß der Effekt einer ſolchen Rolle ſehr bedeutend verſchieden ſeyn müſſe von der Wirkung einer einfachen Rolle, wie ſie in (§. 60) beſchrieben worden iſt: a b iſt zwar ebenfalls ein Hebel, aber ein einarmiger, der bey b ſeinen Drehungspunkt hat, und auf welchen die Laſt abwärts, in a aber die Kraft aufwärts wirkt. Aus dem, was früher (§. 37) geſagt wurde, ergibt ſich nun ohne Anſtand, daß die Laſt r von einer nur halb ſo großen, aber in der doppelten Entfernung vom Drehungspunkte b wirkenden Kraft p im Gleichgewichte erhalten werden kann. Hierbey iſt jedoch vorausgeſetzt, daß die beyden Theile der Schnur, a p und b q, parallel ſeyen, wie dieſes auch die Zeichnung angibt. Nun müſſen wir auch unterſuchen, von welcher Art die Wirkung im entgegengeſetzten Falle ſeyn wird. Wenn, wie in Fig. 20, die Schnurtheile nicht parallel ſind, ſo iſt die Länge des kleinen Hebels nicht mehr gleich dem Durchmeſſer der Rolle a b, ſondern nur gleich der Sehne d b; die Entfernung der Kraft p vom Drehungspunkte b iſt mithin geringer als im vorigen Falle, und ein bedeutender Theil der aufgewendeten Kraftanſtrengung geht unnütz verloren. Man muß deßwegen eine ſolche Lage der Schnüre gegen einander möglichſt zu vermeiden trachten. Ein Beyſpiel von der Anwendung beweglicher Rollen kommt bey großen Uhren vor, wo man die Schnur des Gewichtes über eine ſolche Rolle leitet (Taf. XV. Fig. 19), um die Fallhöhe zu vermindern. Der um die Walze p gewickelte Strick geht nähmlich, nachdem er die Rolle q umfaßt hat, wieder aufwärts, und iſt

mit seinem zweyten Ende bey n fest. Der Kloben der Rolle trägt das Gewicht r. Wenn bey dieser Einrichtung des Ganzen, von der Walze p ein etwa 4 Fuß langes Stück der Schnur sich abwickelt, so sinkt das Gewicht nur um 2 Fuß, weil jedes der beyden Seilstücke s s um eben so viel sich verlängert. Man erspart somit bedeutend an Raum für die Anbringung des Gewichtes; dieses wirkt aber (dem Vorhergehenden zu Folge) auch nur mit seiner halben Schwere bewegend auf die Uhr.

§. 53.

Aus der Verbindung fester und beweglicher Rollen entsteht der Flaschenzug, jene sinnreiche Vorrichtung, von der hier nur in so fern die Rede seyn kann, als sie auch hin und wieder zu technischen Zwecken benützt wird. Jeder Flaschenzug besteht aus zwey Flaschen oder Kloben, in denen sich mehrere Rollen befinden. Die obere dieser Flaschen ist fest, die untere hingegen bewegt sich sammt der zu hebenden Last in die Höhe. In den Flaschen selbst sind die einzelnen Rollen neben einander, oder über einander gestellt, oder sie befinden sich an einer und der nähmlichen Axe.

Man bedient sich der Flaschenzüge beym Bau- und Seewesen, hin und wieder aber auch in großen Schmieden, Spiegelgießereyen, Mühlen u. s. w. zum Heben bedeutender Lasten. In Fig. 9 (Taf. VI) ist ein solcher (f) gezeichnet, der zum Aufheben des die Walzen eines Kalanderwerkes gegen einander pressenden Gewichtes (e) dient (§. 48).

Eine weitläufige Auseinandersetzung der Einrichtung der Flaschenzüge liegt zwar nicht in dem Plane dieses Werkes; indessen soll doch an einem kleinen Beyspiele gezeigt werden, auf welche Art der oft erstaunenswürdige Effekt einer solchen Maschine hervorgebracht wird. Es sey Fig. 21 (Taf. VI.) ein Flaschenzug mit vier Rollen, zwey beweglichen und zwey festen; der Haken der untern Flasche trage eine Last q von 100 Pfund. Das Seil, welches bey d an dem obern Kloben festgeknüpft ist, gehe von da unter der Rolle a weg, ferner um die feste Rolle c, unter der Rolle b weg, und zuletzt über die zweyte feste Rolle, e.

Eine in p wirkende Kraft von 25 Pfund wird, bey den angegebenen Umständen, der 100pfündigen Last das Gleichgewicht zu halten vermögen. Wenn aber wirklich Bewegung erfolgen, und die Last gehoben werden soll, so muß die Kraft noch mit einem Ueberschusse vermehrt werden, der die Schwere der untern Flasche, die Steifigkeit der Seile, und die Reibung der Rollen in den Kloben zusammengenommen überwiegt. Je mehr Rollen ein Flaschenzug besitzt, desto weniger Kraft wird erfordert, eine gewisse Last mittelst desselben zu heben. Um die Kraft zu finden, welche einer gegebenen Last das Gleichgewicht zu halten im Stande ist, dividirt man die letztere durch die doppelte Anzahl der beweglichen Rollen, oder (was das Nähmliche ist) durch die Anzahl der Seilstücke, an welchen der untere Kloben hängt. So findet man, daß in Fig. 21 Kraft und Last das oben angegebene Verhältniß gegen einander beobachten. Die 100 Pfund schwere Last wird nähmlich durch eine Kraft von etwas mehr als 25 Pfund gehoben; allein der anscheinend daraus entspringende Vortheil wird wieder verringert durch den Umstand, daß die Kraft einen viermahl größern Weg durchlaufen muß, als die Last in derselben Zeit zurück legt. Die Ursache hiervon ist einleuchtend. Da nähmlich, wenn die Last um 1 Fuß gehoben werden soll, jedes tragende Seilstück (deren vier sind) um eben so viel verkürzt werden muß, so muß die ziehende Kraft in gleicher Zeit vier Fuß durchlaufen.

Eine andere Einrichtungsart findet bey dem so genannten Potenzen-Flaschenzuge oder Rollenzuge (Taf. VI. Fig. 22) Statt. Das mit seinem Ende an dem Gerüste befestigte, und um eine der beweglichen Rollen geschlungene Seil ist hier jedesmahl an den Kloben der nächsten Rolle geknüpft. Die Wirksamkeit des Rollenzuges ist in Hinsicht auf den Raum sehr beschränkt, weil dieselbe aufhört, sobald die letzte bewegliche Rolle, n, gegen das Gerüste stößt. Doch wird er mit Nutzen dort angewendet, wo sehr bedeutende Lasten auf geringe Höhen zu heben sind. Die Kraft verhält sich hier zur Last, wie 1 zu jener Zahl, welche man bekommt, wenn 2 so oft mit sich selbst

multiplicirt wird, als die Anzahl der beweglichen Rollen vorschreibt. In der Zeichnung sind deren 4, und die 400 Pfund schwere Last wird daher durch eine Kraft von (2×2×2×2 oder 16:400=) 25 Pfund aufgewogen.

Einen Flaschenzug mit concentrischen Rollen, und mehreren an demselben angebrachten Verbesserungen (§. 50) hat der Engländer Shouldham vorgeschlagen.

IV. Die schiefe Ebene.

§. 54.

Schief heißt jede Ebene, welche mit dem Horizont einen spitzigen Winkel macht. Folgende Größen kommen bey einer schiefen Ebene in Betrachtung zu ziehen: ihre Länge, ihre Basis, ihre Höhe. Ist Fig. 23 (Taf. VI) ac der Durchschnitt einer schiefen Ebene, so ist die von dem höchsten Punkte derselben, a, auf die Horizontallinie gefällte Senkrechte, ab, die Höhe, der dadurch abgeschnittene Theil ob der Horizontalen, die Basis der Fläche. Der Winkel i wird der Neigungswinkel der Ebene genannt. Die Basis zusammengenommen mit der Höhe, so wie der Neigungswinkel, bedingen sich gegenseitig, d. h. jene sind von diesem, und dieser ist von jenen abhängig. Das Nähmliche gilt in Beziehung auf die Länge ac der schiefen Fläche. Man sieht z. B. daß bey einem bestimmten Neigungswinkel das Verhältniß der Länge zur Höhe und zur Basis immer dasselbe bleiben müsse.

§. 55.

Die Erfahrung lehrt, daß ein Körper, der auf eine horizontale Ebene gelegt wird, auf dieselbe drückt, und dieser Druck ist gleich dem, was wir die Schwere (besser das Gewicht) des Körpers nennen. Legt man den nähmlichen Körper auf eine schiefe Ebene, so wird seine Schwerkraft, wie man weiß, auf zwey Wirkungen verwendet; mit einem Theile derselben drückt er noch fortwährend auf die Ebene, mit dem andern Theile aber geht er über dieselbe hinab. Weder die eine noch die andere Verrichtung geschieht daher mit derselben Intensität, wie der Druck

eines auf einer horizontalen Ebene liegenden, oder der freye Fall eines nicht unterstützten Körpers.

Will man demnach das Hinabgehen eines auf der schiefen Ebene liegenden Körpers über dieselbe verhindern, oder diesen Körper gar über die Ebene hinauf bewegen, so ist hierzu keineswegs eine der Schwere des Körpers ganz gleiche Kraft nöthig. Wie groß aber diese Kraft seyn müsse, hängt ab: 1.) Von dem Neigungswinkel der schiefen Ebene; 2.) von der Richtung, in welcher die zurückhaltende Kraft wirkt. Je kleiner der Neigungswinkel (je kleiner demnach die Höhe im Vergleich zur Länge) desto kleiner ist die Kraft, mit der der Körper über die Ebene herab zu steigen strebt, desto kleiner also auch die Kraft, welche nöthig ist, ihn zurückzuhalten, oder ihn gar aufwärts zu bewegen. In Bezug auf die Richtung der Kraft setze man den einfachsten, und zugleich gewöhnlichsten Fall, den nähmlich, daß die Kraft, welche den Körper auf der schiefen Ebene erhalten, oder ihn über dieselbe hinaufbewegen soll, parallel mit der Fläche selbst wirke (Fig. 23 d e). Dann muß sich die Kraft p (welche wir einstweilen als ein Gewicht ansehen wollen), wodurch der Körper auf der schiefen Fläche erhalten werden soll, zu dem Gewichte dieses Körpers selbst verhalten, wie die Höhe der schiefen Fläche zur Länge derselben sich verhält. Wenn (wie in der Zeichnung) die Höhe a b = 3, die Länge a c = 5 Fuß gesetzt wird, so bedarf man in p einer Kraft von 12 Pfund, um einer zopfündigen Last in m das Gleichgewicht zu halten; denn:

$$3 : 5 = 12 : 20.$$

Eine etwas größere Kraft wird erfordert werden, um den Körper m über die Fläche aufwärts, gegen a zu, zu bewegen.

Es handelt sich nun darum, das Verhältniß der Kräfte zu bestimmen, welches Statt findet, wenn die Richtung der den Körper zurückhaltenden Kraft nicht parallel mit der schiefen Fläche ist. Wäre z. B. in der Fig. 23 die Schnur d e horizontal, also mit der Basis b c parallel, so wird sich das Gegengewicht zu m verhalten, wie die Höhe (a b) zur Basis (b c), im obigen Falle also wie 3 zu 4; oder man wird bey r 15 Pfund Kraft

nöthig haben, um den 20 Pfunden bey m das Gleichgewicht zu halten. (Denn 3 : 4 = 15 : 20). —

§. 56.

Die Anwendungen der schiefen Fläche im gemeinen Leben sind ziemlich häufig. Die geneigten Balken z. B., deren man sich beym Auf- oder Abladen der Wägen bedient, um große Lasten, Fässer u. dgl. langsam darüber zu bewegen, wirken nach dem im vorigen §. angegebenen Gesetze. — Bey Maschinen bedient man sich hin und wieder geneigter Flächen, um gewissen Theilen eine langsame und zugleich sanfte Bewegung zu ertheilen. Dieses ist der Fall bey den piemontesischen Seidenzwirnmühlen, wo mehrere, an einem sich drehenden cylindrischen Gerüste sitzende, geneigte Flächen die langsame Bewegung der Haspel hervorbringen. Der schiefen Ebene bedient man sich zuweilen an Drehbänken, welche zum Schraubenschneiden eingerichtet sind. An der Spindel solcher Drehbänke ist nähmlich eine Schnur befestigt, welche senkrecht in die Höhe geht, über eine Rolle geleitet ist, und am herabhängenden Ende ein Eisenstück trägt, mit dessen abgeschrägter Seite das hintere Ende der Spindel in Berührung ist. Wenn auf gewöhnliche Art durch den Tritt die Spindel in Umdrehung gesetzt wird, so wickelt sich die erwähnte Schnur um dieselbe auf; die eiserne schiefe Fläche wird gehoben, und schiebt dabey die Spindel langsam vorwärts. Durch diese Vorrichtung erspart man die sonst gebräuchlichen Patronen (§. 36). Sobald mit dem Treten nachgelassen wird, sinkt das Eisenstück von selbst herab, und die Spindel dreht sich zurück. — An einer in England erfundenen, sinnreich eingerichteten Pumpe findet sich die in Fig. 26 (Taf. VI.) gezeichnete Einrichtung angebracht. Die Kurbelscheibe a gibt, indem sie sich dreht, mittelst der Ziehstange h dem Theile b eine hin und hergehende Bewegung. Das untere Ende dieser zweyten Stange, welches zur Verminderung der Reibung mit einer Friktionsscheibe c versehen ist, geht daher längs der schiefen Ebene g auf und nieder; dadurch wird ein Hebel d in oscillirende Bewegung gesetzt, der mit der Pumpenstange e unmittelbar in Verbindung steht. Die Neigung der Fläche g, von wel-

cher begkreisticher Weise die Höhe des Hubes in der Pumpe abhängt, läßt sich durch eine Schraube f nach Erforderniß verändern. — Wir werden die schiefe Fläche zur Erklärung der beyden noch übrigen einfachen Maschinen, des Keils und der Schraube, nöthig haben.

V. Der Keil.

§. 57.

Der Keil ist ein dreyseitiges Prisma, dessen Querschnitt die Gestalt der Fig. 24 (Taf. VI.) besitzt, und sich betrachten läßt, als zusammengesetzt aus zwey schiefen Flächen (a und b), die mit ihren Basen an einander gefügt sind. Man unterscheidet am Keile den Rücken cd, die Seiten ce und de, endlich die Schärfe oder den Winkel bey e. Fast immer (wie auch in Fig. 24) ist der Keil gleichschenkelig, d. h. seine beyden Seiten besitzen gleiche Länge. Gleichseitig heißt der Keil dann, wenn auch der Rücken von gleicher Länge mit den Seiten ist (wie in Fig. 25).

§. 58.

Man bedient sich des Keils: 1.) Um Körper an einander zu drücken. Beyspiel: die Oehlpressen, wo der Preßkeil durch die Schläge eines Stampfers so in die Oehllade eingetrieben wird, daß er die von dem Haartuch umgebenen Samen hinreichend zusammendrückt und auspreßt. — 2.) Um Körper fest zu stellen. Um die Art einzusehen, wie die Feststellung mittelst eines Keiles geschieht, denke man sich, daß in Fig. 28 (Taf. VI) das vierkantige Stück c c, welches sich in einem Loche von a verschieben läßt, befestigt werden soll. Zu diesem Zwecke dient der Keil b, der sich in dem nähmlichen Loche befindet, und wenn er durch Schläge, die man auf den dickern Theil führt, eingetrieben wird, den Riegel c c gegen die Wand dieses Loches preßt, wo die Reibung ihn festhält. Jeder Keil, der Etwas fest zu halten bestimmt ist, muß sich nur langsam gegen seine Schärfe zu verjüngen, weil er sonst leicht von selbst zurückgeht. Bey großen Maschinen pflegt man deßhalb durch den dünnern Theil

des ersten Keiles noch einen zweyten kleinern durchzustecken, das Loch für einen solchen Keil sieht man bey e angezeigt. Oft werden auch zwey Keile von entgegengesetzten Seiten eingetrieben. Eine andere Art der Feststellung mittelst eines Keiles ist in Fig. 29 abgebildet. — Beyspiele von der Anwendung des Keils zum Feststellen finden sich außerordentlich häufig. Fast bey allen großen Maschinen werden die Balken der Gestelle durch Keile zusammengehalten. Die Hobeleisen der Tischler werden in ihren Hobelkästen, die Docken der Drehbänke werden auf dem Gestelle dieser letztern in der Regel durch Keile gehalten. Zum Feststellen der Schieber an dem Streichmaße der deutschen Tischler ist ebenfalls ein Keil bestimmt. Unter die weniger bekannten Werkzeuge, wobey zur Feststellung ein Keil angebracht ist, gehören die in Holz gefaßten Ziehklingen der englischen Tischler, deren Gestalt man aus der doppelten Ansicht, Fig. 27, erkennen kann. a ist dort ein oben und unten gespaltenes Stück Holz, b die eingeklemmte Ziehklinge, und c der hölzerne Keil, der, wenn er eingetrieben wird, die entgegengesetzte Spalte des Holzes a so zusammenpreßt, daß die Klinge festgehalten wird. Auch zum Schließen der Buchdruckerformen, d. h. zum Aneinanderpressen der einzeln gesetzten Kolumnen, bedient man sich keilförmiger Holzstückchen, welche zwischen den eisernen Keilrahmen und die rund herum laufenden Anlegstege eingebracht werden. — 3.) Um Lasten zu heben. Ein Beyspiel hiervon habe ich bereits früher (§. 47, und Abbildung auf Taf. VI. Fig. 3.) gegeben. — Da man sich zu den vorigen Verwendungen nie der Schärfe des Keils bedient, so bleibt diese in der Regel weg, und der Keil erscheint also abgestumpft, meistens in der Gestalt eines vierkantigen, an einem Ende bedeutend dünner werdenden Stückes Holz oder Metall. — 4.) Um feste Körper aller Art zu spalten, oder in mehrere Theile zu trennen. In dieser Art wirken alle unsere schneidenden Werkzeuge, als: Messer, Scheeren, Meißel, Aexte u. s. w. Auch die Wirkung der Nägel, Nadeln u. s. w. läßt sich, obschon diese Werkzeuge nicht genau die keilförmige Gestalt besitzen,

auf die Grundsätze des Keils zurückführen. In allen diesen Fällen ist es die Schärfe des Keils, welche eigentlich den Effekt hervorbringt; auf sie muß man daher vorzüglich seine Aufmerksamkeit wenden. Die Schärfe des Keils ist in diesen Fällen bey weitem nicht immer gleichschenkelig; so z. B. bilden alle jene schneidenden Werkzeuge, die einen so genannten Ballen besitzen, oder nur von einer Seite schräg zugeschliffen werden (wie die Balleisen der Tischler u. s. w.) einen ungleichschenkligen, d. h. einen solchen Keil, dessen beyde Seiten eine ungleiche Länge besitzen (Taf. VII. Fig. 23).

§. 59.

Da, wie (§. 57) gesagt, der Keil als aus zwey schiefen Flächen bestehend angesehen werden kann, so wird man den Widerstand den er beym Einschlagen zwischen die Theile eines festen Körpers auf beyden Seiten erleidet, als zwey Lasten betrachten können, welche auf den beyden schiefen Ebenen aufwärts zu bewegen sind. Der Unterschied zwischen diesem und dem früher (§. 55) angenommenen Falle besteht bloß darin, daß dort die Last auf der Ebene, hier aber die Ebene selbst gegen die feststehende Last bewegt wird. Am deutlichsten fällt dieses in die Augen, wenn man die Einrichtung und Wirkung des in Fig. 3 (Taf. VI) vorgestellten Mechanismus näher betrachtet. Der Keil c, der hier ein ungleichschenkliger ist, unterscheidet sich in Nichts von der einfachen schiefen Ebene, deren Theorie in (§. 55) gegeben worden ist. Nach dem dort Gesagten läßt sich leicht einsehen, daß ein jeder Keil um so leichter wirken werde, je geringer der Neigungswinkel seiner beyden schiefen Flächen, je schmäler er selbst also im Verhältniß zu seiner Länge ist. Es wird demnach der gleichschenklige Keil (Fig. 24) weniger Widerstand finden, folglich leichter in einen zu spaltenden Körper eindringen, als der gleichseitige (Fig. 25). Hieraus erklärt sich, warum ein Messer desto besser schneidet, je dünner es zugeschliffen ist; warum man von guten Nägeln, brauchbaren Nadeln fordert, daß sie sehr langsam sich verjüngen sollen u. s. w.

VI. Die Schraube.

§. 60.

Die Schraube ist unter den einfachen Maschinen vielleicht die wichtigste, wenigstens steht sie an Allgemeinheit ihrer Anwendung dem Hebel und dem Rade an der Welle nicht nach. Demungeachtet vermißt man in allen mir bekannten Hand- und Lehrbüchern der Mechanik jene praktische Auseinandersetzung derselben, welche sie in jeder Rücksicht so sehr verdient. Dieser Umstand mag mich entschuldigen, wenn ich in dem gegenwärtigen Abschnitte meines Werkes etwas weitläufiger bin, als es vielleicht das Verhältniß zu dem Uebrigen erfordert hätte.

Die Schraube besteht aus zwey Theilen, die beym Gebrauch ganz unzertrennlich sind, nähmlich der Schraubenspindel und der Schraubenmutter. Eine schiefe Ebene, die sich immer höher und höher windet, bildet die Schraubengänge (das Gewinde oder Schraubengewinde). Bey der Spindel befinden sich die Gänge am Umfange eines Cylinders; bey der Mutter sind sie im Innern einer jenem Cylinder entsprechenden runden Oeffnung herumgelegt. Die Gänge der Spindel greifen in die Vertiefungen zwischen den Gängen der Mutter, und umgekehrt. Soll die Schraube gut seyn, so müssen sich Spindel und Mutter so zu einem Stücke wechselseitig ergänzen, daß kein Wanken Statt finden kann. Wird die Spindel in der Mutter gedreht, so bewegt sie sich in derselben vor- oder rückwärts, je nach Verschiedenheit der Richtung, in welcher die bewegende Kraft wirkt. Beym Gebrauche der Schraube ist entweder die Mutter fest, und die Spindel bewegt sich in derselben; oder es ist die Spindel befestigt, und die Kraft wirkt an der beweglichen Mutter. Für die Theorie sind aber beyde Fälle von gleicher Bedeutung. (§. 62.)

§. 61.

So wie der Keil, läßt sich auch die Schraube auf die Grundsätze der schiefen Ebene zurückführen. Aus der schiefen Ebene läßt sich die Entstehung der Schraubenlinie folgenderma-

ßen erklären. Wird der senkrechte Durchschnitt einer schiefen Ebene, der, wie wir wissen, ein rechtwinkliges Dreyeck (Taf. VI. Fig. 23, abc) bildet, dergestalt zusammengebogen, daß die Basis desselben einen Kreis bildet (Taf. VI. Fig. 30) so verwandelt sich die Ebene des Dreyeckes in die gekrümmte Seitenfläche eines Cylinders, auf welcher die Länge der schiefen Ebene die Schraubenlinie asrb beschreibt, während die Höhe am die Höhe des Schraubenganges, die Basis aber (der Kreis mbop) den Umfang der Schraubenspindel bezeichnet. Der Neigungswinkel b bestimmt hierbey den Grad des Steigens der Schraubengänge, d. h. ihre Entfernung von einander bey einem gewissen Umfange der Spindel.

§. 62.

Aus dem Gesagten ergibt sich von selbst die Art, wie man bey der Schraube das zwischen Kraft und Last Statt findende Verhältniß bestimmen könne. Da nähmlich die bewegende Kraft in der Regel am Umfange der Spindel parallel mit der Basis der Schraubengänge wirkt, so findet hier das (§. 55 zu Ende) angegebene Gesetz Anwendung, welchem zu Folge die Kraft zur Last sich verhält, wie die Höhe oder Weite der Schraubengänge (am, Fig. 30) zu ihrer Basis, d. h. zum Umfang der Spindel (bopm). Je enger demnach die Gänge einer Schraube bey gleichem Umfange der Spindel sind (je weniger sie also steigen, §. 61) desto mehr Kraft ist man im Stande damit auszuüben, desto langsamer ist aber auch die Bewegung der Schraube. Ist z. B. der Durchmesser der Schraubenspindel $=2$, mithin (wie in der Geometrie bewiesen wird) ihr Umfang $= \frac{2 \times 314}{100}$ oder $6\frac{28}{100}$ Zoll; ist ferner die Weite eines Schraubenganges (die Summe aus der Breite eines Ganges und der Entfernung zwischen zwey Gängen, oder der Abstand von der obern Kante eines Ganges bis zur obern Kante des nächsten) $=\frac{1}{4}$ Zoll: so verhält sich die Kraft zur Last wie $\frac{1}{4}$ zu $6\frac{28}{100}$, oder wie 25 : 628. — Für das Verhältniß der Kraft zur Last ist es übrigens ganz einerley, ob die Mutter um die feste Spindel, oder diese in jener bewegt wird.

Die Bauart und Einrichtung der Schraube läßt schon vermuthen, daß die bey der Bewegung zwischen den Gängen der Mutter und der Spindel Statt findende Reibung sehr bedeutend seyn müsse. Diese Reibung wächst natürlich um so mehr, je genauer die Mutter von der Spindel ausgefüllt und ergänzt wird; sie ist es nun auch, welche eine merkliche Abänderung in dem durch die Berechnung gefundenen Verhältnisse zwischen Kraft und Last hervorbringt. Man muß nähmlich in dem oben angegebenen Beyspiele, eine bedeutend über 25 Pfund gehende Kraft anwenden, um eine 628 Pfund schwere Last bewegen, oder einen 628 Pfund betragenden Druck ausüben zu können. Indessen ist es doch wieder eben diese Reibung, welche in vielen Fällen das Zurückgehen der eingedrehten Schraube verhindern muß; denn so wie dieselbe eine größere Kraft zur Bewegung nöthig machte, eben so widersteht sie auch einer bedeutenden Last, selbst dann noch, wenn die Kraft bereits zu wirken aufgehört hat. Man benützt diese Reibung unter andern bey allen jenen Pressen, welche einen eingespannten Körper ohne Zuthun irgend einer andern Kraft längere Zeit fest halten sollen; ferner beym Zusammenschrauben u. s. w. Sie findet bey Schrauben mit engen Gewinden in einem viel höhern Grade Statt, als bey solchen mit weiten Gängen. Man irrt jedoch, wenn man glaubt, diese Reibung sey für alle Fälle zureichend. Durch etwas stärkere, und öfter wiederhohlte Stöße u. dgl. kann in gewissen Fällen wohl eine Schraube nach und nach in der Mutter zurückbewegt werden; ein Umstand, auf den in der Praxis sehr sorgfältig geachtet werden muß.

§. 63.

Die Bewegung der Schrauben wird auf verschiedene Arten bewirkt. Eine kurze Uebersicht derselben wird hier um so weniger am unrechten Orte stehen, als ich mir dadurch für die Folge manche Weitläufigkeiten ersparen kann.

I. Die Bewegung der Schraubenspindeln geschieht:

1. unmittelbar mit der Hand. Zu diesem Ende ist

der Schraubenkopf gewöhnlich *ränderirt* (d. h. auf der Drehbank durch ein Ränderir-Rad rauh oder kraus gemacht, wie Figur 31, Taf. VI). Man gibt wohl auch der Spindel ſtatt des Kopfes einen Lappen (Fig. 35), ein Kreuz (Fig. 34), einen Ring (Fig. 36) oder (wie bey mehreren hölzernen Schrauben) ein ordentliches Heft (Fig. 33). Mittelſt der Hand unmittelbar werden nur ſolche Schrauben umgedreht, welche ſehr oft gebraucht werden (z. B. *Stellſchrauben*, §. 65), oder deren Bewegung überhaupt keine große Kraft erfordert.

2. *Mittelſt eines durch den Kopf geſteckten Hebels.* Dieſes iſt der Fall nicht nur bey den in Fig. 2 und 3 (Taf. VII.) abgebildeten Arten, ſondern auch bey vielen ſehr großen Schraubenſpindeln, wie man ſie z. B. an den Preſſen der Tuchbereiter findet. Die Schraube s (Fig. 24) beſitzt zu dieſem Zwecke ein paar runde eiſerne Scheiben, zwiſchen welche mehrere ſtarke Stäbe eingeſetzt ſind, welche ſolchergeſtalt eine Art von Laterne bilden. Ein hölzerner Hebel wird zwiſchen dieſe Stöcke eingeſteckt, und durch dieſes einfache Mittel die Schraube in ihrer Mutter hin und her bewegt.

Daß durch die Anwendung eines Hebels beym Umdrehen der Schraube die Kraft anſehnlich vermehrt werden müſſe, ſieht man ein; eben ſo, daß dieſe Vermehrung die Geſetze des Rades an der Welle (§. 44) befolgen werde. Man wird nähmlich bey Anwendung des Hebels weniger Gewalt zur Umdrehung der Spindel benöthigen, als wenn man die Kraft unmittelbar auf den Schraubenkopf wirken ließe; und zwar ſo vielmahl weniger, als wie oft der halbe Durchmeſſer der Schraube in der Länge des Hebels (die von der Axe a b, Fig. 2, der Spindel an gerechnet werden muß), enthalten iſt. Man kann alſo den Umfang des von dem Hebel d e beſchriebenen Kreiſes gleich ſtatt des Umfanges der Spindel in Rechnung bringen. Iſt z. B. die Länge des Hebels von der Axe a b der Schraube bis zu dem Orte e, wo die Kraft ſenkrecht auf ihn wirkt, $=12$, mithin der Umfang des durch ihn beſchriebenen Kreiſes $= \frac{12 \times 2 \times 314}{100}$

oder $75\frac{3}{100}$ Zoll; ist ferner die Weite eines Schraubenganges an der Spindel c = $\frac{1}{4}$ Zoll, so verhält sich nach (§. 62) die Kraft zur Last wie $\frac{1}{4}$ zu $75\frac{3}{100}$, oder wie 25 zu 7536. Kommt nun zu 25 Pfund einer an c wirkenden Kraft noch ein Ueberschuß, der die Reibung (§. 62) überwinden, und eine Bewegung hervorbringen kann, so ist man im Stande, damit einen Druck auszuüben, der = 7536 Pfund ist. Die in Fig. 2 gezeichnete Einrichtung kommt bey Schraubstöcken, an Hobelbänken u. s. w. vor.

3. Mit einer Kurbel (Taf. VII. Fig. 4). Diese Art der Bewegung bringt man gern bey solchen Schrauben an, die als Leitspindeln (§. 65) zur Führung eines Maschinentheiles bestimmt sind, oder auch sonst oft einen etwas größern Weg zurücklegen müssen. Sie wird an Drehbänken, und vielen andern Maschinen gefunden.

4. Mit einem Schraubenzieher. Der Schraubenkopf hat dann einen Einschnitt (Fig. 5) oder ein paar Löcher (Fig. 6), worein der eiserne, mit einem Hefte versehene Schraubenzieher gesteckt wird. Dieser hat für den ersten Fall eine stumpf zugeschliffene Schneide (a a Fig. 5); für den zweyten aber ein paar gerade oder ungebogene Spitzen (Fig. 6). Diese Art der Bewegung ist für kleine Schrauben die allergewöhnlichste.

5. Mit einem Schraubenschlüssel. Die Schraubenschlüssel sind aus Eisen verfertigt, und von sehr verschiedener Art. Sie wirken sämmtlich als Hebel, und befolgen deßhalb ganz die (unter 2) angegebene Regel.

Vier- oder sechseckige Schraubenköpfe (Fig. 32 auf Taf. VI.) dreht man mittelst der in Fig. 7, 8, 9 (Taf. VII.) abgebildeten Schlüssel um, die begreiflicher Weise nur für Köpfe von einerley Größe anwendbar sind, und deren Gebrauch sich von selbst erklärt. Eine weitläufigere Betrachtung verdienen die in Fig. 10, 15, 16, 17 u. 18 abgebildeten Arten von Schraubenschlüsseln. Fig. 10 dient für größere Schraubenköpfe von der Art, wie einer in Fig. 6 gezeichnet ist, die nähmlich auf ihrer obern Seite zwey Löcher besitzen, in welche die beyden Stifte l l des Schlüssels gesetzt werden; m m sind zwey andere Stifte, die für kleinere Löcher die-

nen. Damit der Schlüssel für Köpfe verschiedener Größe anwendbar werde, ist der eine Arm desselben an einem Gewind g beweglich. Die Hand faßt beym Gebrauche das Heft e.

Für Schraubenköpfe, die an der Seite ein durchgehendes Loch haben (wie Fig. 3) ist der in Fig. 15 gezeichnete Schlüssel bestimmt. Der Arm b desselben ist ebenfalls an einem Gewinde g beweglich; allein zum Verstellen desselben ist eine eigene Einrichtung angebracht. Durch das Anziehen der Flügelmutter h werden nähmlich die beyden Arme einander genähert, und beym Zurückschrauben derselben durch die Feder c wieder von einander entfernt. Man kann ihnen daher jedesmahl jene Entfernung geben, die nach der Größe des zu drehenden Schraubenkopfes nothwendig ist. Die Schraubenspindel i, an der sich die erwähnte Mutter befindet, ist bey d in dem Arme b befestigt, und geht von da durch ein in dem Arme a befindliches Loch, welches keine Muttergänge besitzt, und hinlänglich groß seyn muß, um ihr ohne alle Reibung den Durchgang zu gestatten. Die Stifte e e sind bestimmt, in die Löcher des Schraubenkopfes (Fig. 3) gesteckt zu werden. Damit man diesen Schlüssel auch statt des in Fig. 10 gezeichneten brauchen könne, gibt man ihm gewöhnlich noch zwey andere Stifte, f f.

Fig. 16 stellt den gemeinen englischen Schraubenschlüssel vor, der für vier- und sechseckige Köpfe der verschiedensten Größe bestimmt ist, und weit häufiger gebraucht wird, als die bisher beschriebenen. Die beyden Backen a b desselben dienen, zwey entgegengesetzte Flächen des Schraubenkopfes einzuklemmen, und mittelst des Heftes c wird das ganze Werkzeug umgedreht. Sein Gebrauch ist also sehr einfach, vorausgesetzt, daß die Backen schon auf die durch die Größe des Schraubenkopfes bedingte Entfernung von einander gestellt sind. Die Einrichtung aber, welche eine solche Verstellung ausführbar macht, muß jetzt noch beschrieben werden. Das vierkantige Stück d d, an welchem der Backen a fest ist, geht durch ein ebenfalls viereckiges Loch in dem Backen b, und endigt sich unten in eine Schraube e e. Der andere Backen b läßt sich auf dem Stücke

d hin und her schieben, und ist mit g aus dem Ganzen verfertigt. Dieses letztere krümmt sich unten, und endigt sich in einen Ring i. Auf das Heft c ist ein Ring h aufgesetzt, in welchen ein paar Muttergänge geschnitten sind; auf den dünneren Hals dieses Ringes wird i gesteckt, und durch einen dritten festgeschraubten Ring f werden sie beyde zusammen gehalten. In die Mutter des Ringes h schraubt man die Spindel e, welche in der innern Höhlung des Heftes c hinlänglichen Raum hat. Da nun der Ring h mit der Mutter, und f an dem Hefte fest sind, i aber zwischen beyden unbefestigt liegt, so kann man auch das ganze Heft drehen, ohne daß g i sich mitdrehen müßte; allein durch diese Drehung wird etwas Anderes bewirkt; nähmlich die Spindel e schraubt sich in der Mutter vor- oder rückwärts, mithin wird sich auch der Backen a dem Backen b nähern, oder von ihm entfernen, je nachdem man das Heft auf die eine oder die andere Seite dreht. Durch dieses Mittel ist man also im Stande, den beyden Backen jede benöthigte Entfernung von einander zu geben. — Begreiflicher Weise muß bey einer guten Construction des Werkzeuges sowohl die Spindel in der Mutter, als das Stück d bey seinem Durchgange durch den Backen b so wenig als möglich Spielraum haben. Zu noch größerer Sicherheit kann man dem Backen b auch auf der andern Seite der Schraubenspindel ein Stück wie g geben. In der Zeichnung ist dasselbe durch punktirte Linien angedeutet, und mit g' bezeichnet.

Einfacher als die beschriebene, aber weit weniger gut ist die in Fig. 17 abgebildete Art des englischen Schraubenschlüssels, bey welcher der bewegliche Backen d an jedem beliebigen Orte der Stange a b durch eine Stellschraube c festgehalten wird.

Der von dem Engländer Barlow angegebene Schraubenschlüssel, welcher in Fig. 18 perspectivisch, und in Figur 19 im Durchschnitte gezeichnet ist, kann, wie der eben beschriebene gemeine englische für Schraubenköpfe von verschiedener Größe angewendet werden. Der eine Backen, b a e ist mit dem Handgriffe A aus einem und demselben Stücke verfertigt, und der andere, f g, wird in paralleler Richtung demsel-

ben genähert, oder von ihm entfernt. Diese Verstellung wird durch zwey Schrauben bewirkt, von denen die eine, i, durch ein rundes Loch des Backens f g geht, und eine bewegliche Mutter besitzt; die andere, h, aber mit dem vordern Theile ihrer Spindel bey m in einer Vertiefung des Backens b a e läuft. Kommt man nun in den Fall, die Entfernung beyder Backen vermindern zu müssen, so schraubt man die Spindel h so weit heraus, bis sie sich einander hinlänglich nähern lassen, und dann zieht man die Mutter der Schraube i an, bis sie wieder den Backen f g berührt. Sollen aber beyde Backen von einander entfernt werden, so geschieht dieses, indem man die Mutter der Schraube i so weit zurückzieht, bis die Entfernung der Backen von einander groß genug ist, und dann die Schraube h so weit hineinschraubt, daß sie wieder bey m ansteht. Für Schraubenköpfe von 1, höchstens 1½ Zoll Größe läßt sich dieser Schlüssel, wenn er hinlänglich stark gearbeitet ist, noch anwenden; für ganz große dagegen eignet er sich wohl nicht, weil sich die beyden Schrauben h und i biegen würden.

6. Durch Räderwerk. Dieses ist z. B. der Fall bey den großen Schraubenspindeln der Pressen, welche man in Papierfabriken zum Auspressen des noch nassen Papieres anwendet; ferner bey Schraubenschneidmaschinen u. s. w.

§. 64.

II. Was die Bewegung der Schraubenmuttern betrifft, so geschieht sie entweder: 1. unmittelbar mit der Hand, oder 2. mit Hülfe eines Schlüssels.

1. Im ersten Falle sind die Muttern ränderirt (m, Fig. 16 und 23, Taf. III.) oder mit ein paar Lappen oder Flügeln versehen (Flügelmuttern, Fig. 11 und 12, Taf. VII).

2. Etwas größere Schraubenmuttern (die fast durchaus vier- oder sechseckig sind) werden in der Regel immer mit einem Schlüssel umgedreht, und man wendet hierzu die meisten bereits angegebenen, und in Fig. 6, 8, 9, 10, 15, 16, 17 und 18 gezeichneten Arten von Schraubenschlüsseln an, indem man,

wie begreiflich, einen solchen wählt, der für die Gestalt und Größe der Mutter paßt.

Ein Schraubenschlüssel, wie er oft zu hölzernen Schraubenmuttern gebraucht wird, ist in Fig. 14 gezeichnet. Fig. 13 ist die Mutter dazu. Der Schlüssel, der an den zwey Heften mit beyden Händen gefaßt und umgedreht wird, hat in seiner oberen Fläche ein rundes Loch, durch welches beym Gebrauch die aus der Mutter hervorragende Spindel gesteckt wird. Man findet diese Art Schlüssel unter andern bey den Beschneidpressen der Buchbinder.

§. 65.

Die verschiedenen Zwecke, zu denen man sich der Schrauben bedient, sind ungefähr folgende:

1. Zur Vereinigung zweyer oder mehrerer Stücke Metall, Holz oder dgl. Man bewerkstelligt eine solche Verbindung, die nöthigen Falles leicht wieder aufgehoben werden kann, auf die in Fig. 25 (Taf. VII.) bemerkten Arten. Entweder läßt man nähmlich die Schraube in die zu vereinigenden Stücke eindringen, wobey der Schraubenkopf auf der Fläche des einen Stückes aufliegt, oder in dasselbe versenkt wird (wie bey a); oder man läßt (wie in b) die Schraube ganz durch beyde Stücke gehen, und versieht ihr vorderes Ende mit einer angelegten Mutter. Die erste Methode ist die gewöhnlichste, die zweyte aber wird vorzüglich im Großen angewendet. — Häufig genug ist auch die Schraube an das eine der zu verbindenden Stücke selbst geschnitten, während das zweyte die Mutter besitzt. Beyspiele hiervon sind alle zum Schrauben eingerichteten Büchsen, Dosen u. s. w. — Die Schrauben sind als Verbindungsmittel nicht unbedingt zu empfehlen, weil in manchen Fällen (besonders wenn sie nach der Methode a Fig. 25 gebraucht werden) das Zurückgehen derselben zu befürchten ist (§. 62.). Zur Vereinigung von Holz zieht man die Schrauben den Nägeln deßwegen vor, weil sie sicherer halten; bey Metall bedient man sich ihrer nur dann, wenn entweder die Anwendung eines andern Vereinigungsmittels (z. B. des Löthens) von den Umstän-

be in Berührung kommt, deren Gänge dadurch zu Grunde gerichtet werden würden. — Eine etwas von der bisherigen verschiedene Art der Feststellung findet man an den Reitstöcken der Prisma-Drehbänke, d. h. jener Drehbänke, deren Hauptgestell aus einem starken eisernen drey- oder fünfseitigen Prisma besteht, auf welchem sowohl die beyden Docken, als die Auflage befestigt werden. Wenn a (Fig. 29 Taf. VII.) der vertikale Durchschnitt dieses Prisma ist, so bedeutet b den untern Theil des hier abgebrochenen Reitstockes, der mittelst einer Art von Gabel, c c, genau senkrecht darauf sitzt. Quer durch ein paar Löcher der Gabel ist ein starkes Metallstück d d gesteckt, in welchem sich die Mutter der Stellschraube e befindet. Wenn diese letztere angezogen wird, preßt sie natürlich den Reitstock sehr stark gegen das Prisma, und hält ihn fest; damit aber das Ende der Schraube nicht unmittelbar auf das Prisma drücke, liegt zwischen beyden ein halb gehärtetes rundes Stahlplättchen n, welches zum Theil in einer kreisförmigen Versenkung von d d eingelassen ist, um nicht herauszufallen. Eine ähnliche, in Fig. 19 (Taf. I.) abgebildete Feststellungsart wird man hiernach leicht verstehen können. Wenn das Stück e e, welches in einer Durchbohrung von b sich verschiebt, darin festgestellt werden soll, so braucht man nur die Schraube a hinein zu drehen. Das Ende dieser Schraube berührt die obere Seite von b; ihre Mutter aber befindet sich in einem gabelförmigen Stücke c d c, welches mittelst ein paar Ringen den Theil e e bey c c umfaßt.

Wie an den gemeinen Drehbänken die Feststellung des Reitstockes bewirkt wird, ersieht man aus Fig. 3 (Taf. IV), wo h den Reitstock bedeutet, dessen unteres Ende in eine Schraube ausgeht, und mit einer Flügelmutter z versehen ist. In Fig. 31 auf Taf. VII findet man eine Durchschnittzeichnung dieses Theiles der Drehbank; v v sind die beyden obern Balken des Gestelles, h ist der Reitstock, p die Schraube und z die Schraubenmutter. Indem diese letztere angezogen oder nachgelassen wird, kann auch der Reitstock zwischen den beyden Balken festgestellt oder beweglich gemacht werden. Statt der Schraube wird hier

häufig auch ein Keil angewendet (vergl. §. 58). Aehnlichkeit hiermit hat jene Art des Feststellens, welche man in Fig. 20 auf Taf. I gezeichnet sieht. Das Stück cccc, in welchem die Feststellung geschehen soll, ist kreuzweise durchbohrt. Die eine Höhlung wird von dem festzustellenden Theile a a ausgefüllt, in die andere wird ein Ring b eingelegt, der wieder eine Oeffnung zum Durchgange von a a besitzt. Der Ring ist mit einer Schraube d verbunden, welche, wenn die Flügelmutter f derselben umgedreht wird, ihn nach sich zieht, und dadurch das Stück a gegen die Wand des Loches, in welchem es liegt, anpreßt. — Um das Zurückweichen einer irgendwo eingedrehten Schraubenspindel (a a Fig. 30, Taf. VII) zu verhindern, bedient man sich in einigen Fällen so genannter Stellmuttern (b), welche, nachdem die Spindel einmahl in ihrer bestimmten Lage sich befindet, fest gegen die eigentliche Mutter (c) angeschraubt werden. Man findet dergleichen an vielen in der Schweiz verfertigten Uhrmacher-Werkzeugen, z. B. Räderschneidzeugen, Unruh-Drehstühlen u. s. w. Ein Beyspiel davon hat man an Fig. 16 (Taf. III) bey m. — Schraubenmuttern zum Feststellen werden außer den bis jetzt erwähnten Fällen noch sehr häufig angewendet. So dienen die Schraubenmuttern m m, in Fig. 6 (Taf. VI) zum Stellen des obern Cylinders an einem Walzwerke (§. 47); und an den Federzirkeln (Taf. III. Fig. 19, 20) ist zu einem ähnlichen Behufe die Mutter b bestimmt. Manchmahl findet man auch doppelte Stellmuttern, die von entgegengesetzten Seiten drücken; wie an einigen Federzirkeln (Fig. 19), denen zuweilen bey z eine zweyte Schraubenmutter gegeben wird, um die genaue Stellung der Schenkel mehr zu sichern. Ein ganz ähnlicher Fall tritt bey den Nuthhobeln der Tischler ein (Taf. VIII. Fig. 1 die obere Ansicht), woran die beyden Haupttheile, nähmlich der eigentliche Hobel a, und der Anschlag b mittelst Schrauben auf jede beliebige Entfernung von einander gestellt werden können. Diese Verstellung, welche nöthig ist, weil nur durch sie das Werkzeug seine ganze Brauch-

barkeit erhält, *) wird auf folgende Art bewirkt. Der Anschlag besitzt zwey hölzerne Schraubenspindeln c c, welche daran fest sind, und durch ein paar weite runde Löcher des Hobels a, worin keine Muttergänge sich befinden, gehen. Man kann daher den Hobel auf diesen Schrauben verschieben, und ihn dem Anschlage b nach Erforderniß nähern; das Feststellen desselben in irgend einer Lage geschieht aber durch die Schraubenmuttern d d und e e, welche zu beyden Seiten vorgelegt sind, und jede Verrückung verhindern. (Die Nuthhobel der englischen Tischler besitzen statt der Schraubenspindeln bloß viereckige hölzerne Riegel, auf denen der Hobel durch Keile oder einfache Stellschrauben befestigt wird). — Zu den Stellschrauben gehören endlich, gewisser Maßen, auch jene Schrauben, derer man sich bedient, um bewegliche Zapfenlager von Walzen u. dgl. zu stellen (§. 47, und Abbildungen auf Taf. VI. Fig. 5, 14); ferner die Schrauben auf Taf. III. Fig. 26, f (§. 35); Taf. V. Fig. 4 c, (§. 42); und andere, von denen ich nicht ausführlich spreche, weil ihre Anwendung theils schon erläutert worden ist, theils sich von selbst erklärt.

---

*) Der Nuthhobel dient nähmlich, um in Holz sogenannte Nuthen, d. h. schmale vierkantige Rinnen (z. B. zum Einsetzen eines Bretchens oder für einen andern Behuf) zu stoßen. Die Breite dieser Nuthen, welche natürlich verschieden seyn kann, hängt von der Breite des übrigens fast wie gewöhnlich gestalteten Hobeleisens ab; ihre Tiefe von einer eigenen Vorrichtung, dem so genannten Auflauf, deren Erklärung ich hier nicht beabsichtige. Wichtig für meinen gegenwärtigen Zweck ist bloß die Art, wie man die Nuth in eine beliebige Entfernung von der Kante des zu bearbeitenden Stückes (mit welcher Kante sie jedoch immer parallel seyn muß) versetzen kann. Der Anschlag, welcher immer an jener Kante beym Gebrauch des Hobels anliegt, während das Eisen auf der Fläche des Arbeitsstückes die Nuth aushobelt, ist das Mittel hierzu. Indem man ihn nähmlich mehr oder weniger von dem eigentlichen Hobel abstehen läßt, wird auch die Entfernung der Nuth von der Kante größer oder geringer.

4.) Zur Hervorbringung irgend einer langsamen Bewegung. Man nennt dergleichen Schrauben Führungsschrauben oder Leitspindeln (weil sie einen Maschinentheil zu führen bestimmt sind) und konstruirt sie hauptsächlich auf zweyerley Art, wobey entweder die Spindel oder die Mutter während der Bewegung ihren Platz verändert. Jeder dieser Fälle soll abgesondert betrachtet werden.

a. Führungsschrauben mit beweglicher Spindel. Da jede Bewegung einer Schraube aus einer kreisförmigen und aus einer geradlinig fortschreitenden zusammengesetzt ist, diese zwey Bewegungen aber zwischen Mutter und Spindel so vertheilt seyn können, daß entweder α. die Mutter ganz unbeweglich ist, während die Spindel rotirende und fortschreitende Bewegung vereinigt; oder β, die Mutter sich dreht, die Spindel aber fortschreitet; oder ferner γ. die Mutter sich fortbewegt, während die Spindel bloß eine drehende Bewegung erfährt; oder endlich δ. die Spindel ganz unbeweglich bleibt, während die Mutter sich dreht und fortbewegt: so zerfallen die Führungsschrauben mit beweglicher (d. h. während der Bewegung fortschreitender) Spindel von selbst wieder in:

aa. solche, bey welchen die Mutter ganz unbeweglich ist (oben α), und

bb. solche, deren Mutter sich dreht, ohne fortzugehen (β).

Die Einrichtung einer Führungsschraube mit ganz unbeweglicher Mutter ersieht man aus Fig. 32 (Taf. VII), wo a das von der Schraube längs der Bahn a c zu führende Stück, und bey b die Mutter ist. Die Schraubenspindel, (welche mittelst einer Kurbel, durch Räderwerk, oder auf eine andere Art bewegt werden kann) ist mit ihrem Ende in a so eingelassen, daß sie sich frey drehen kann. Da diese Vereinigungsart bald noch öfter vorkommen wird, so scheint es mir nicht undienlich, voraus das Verfahren zu berühren, wodurch man eine Schraube mit einem andern Körper, der sich nicht mit ihr zugleich drehen kann, doch, ihrer eigenen Drehung unbeschadet, verbinden kann. Man

hat dazu mehrere Mittel. Entweder wird das Ende der Spindel (Fig. 35) mit einer rund herum laufenden Nuth verſehen, und von der Seite, bey z, ein Stift oder ein metallnes Plättchen eingelegt; oder man gibt (Fig. 36) der Spindel eine ähnliche Nuth, macht aber das Stück, in welches ſie eingelaſſen werden ſoll (und welches jene Nuth ausfüllt) zweytheilig — der Verfertigung wegen. Eine weitere Art der Verbindung ſtellt Fig. 21 auf Taf. I. vor. Die Schraube a beſitzt in b ein Plättchen oder einen Anſatz, geht rund durch eine Oeffnung des Stückes c, und trägt an ihrer viereckigen Fortſetzung den Schraubenkopf d, der durch eine kleine vorgelegte Mutter e vor dem Herabgehen geſichert wird. Von der einen Seite hindert alſo der Kopf d, von der andern das Plättchen b, jede Verrückung der Schraube. Dieſe Einrichtung iſt an dem in Fig. 10 (Taf. VIII) gezeichneten, und noch im Verfolge dieſes §. beſchriebenen Streichmaaße angebracht. Bey dem engliſchen, Taf. VIII. Fig. 9 vorgeſtellten, und gleichfalls im gegenwärtigen §. noch zu beſchreibenden Parallel-Schraubſtocke, wo die Spindel d ſich zwiſchen c und z ohne ſonſtige Verrückung drehen muß, erhält man dieſen Erfolg auf eine ſehr einfache Art. Am Kopfe beſitzt die Schraube nähmlich einen Anſatz x, und hinter z wird ſie mit einer angelegten Schraubenmutter h verſehen. Auf welche ſinnreiche und einfache, am beſten aber freylich nur für kleine Schrauben taugliche Art, eine ähnliche Verbindung in Fig. 11 (Taf. VIII) hervorgebracht wird, davon iſt bey der Beſchreibung des hier abgebildeten Zirkels die Rede. — Wie eine Führungsſchraube mit ſich drehender Mutter eingerichtet ſeyn könne, zeigt Fig. 34, Taf. VII. Das dort längs der Bahn c fort zu bewegende Stück a iſt mit der Spindel feſt verbunden; dagegen iſt die Flügelmutter b (an welcher die drehende Bewegung angebracht wird) durch ein den oben angegebenen ähnliches Mittel mit cc ſo vereinigt, daß ſie ihre Stelle nicht verändern kann.

b. Führungsſchrauben mit beweglicher Mutter. Die Führungsſchrauben mit beweglicher (d. h. fortſchreitender) Mutter ſind faſt immer ſo eingerichtet, daß die Spindel

sich dreht, und der Mutter keine andere als die fortgehende Bewegung gelassen wird (Fig. 33). Die Schraubenspindel ist hier an beyden Enden eingelassen, und besitzt ihre Mutter in dem zu führenden Stücke a, welches bloß durch Umdrehung der Spindel längs der Bahn c c bewegt wird. — Führungsschrauben mit ganz unbeweglicher Spindel, bey welchen drehende und fortschreitende Bewegung an der Mutter sich vereinigen (Taf. VIII. Fig. 4) wird man selten angewendet finden, weil ihre Einrichtung (die Mutter muß nähmlich unmittelbar mit dem zu führenden Gegenstande verbunden seyn) viele Unbequemlichkeiten hat.

Beyspiele von dem Gebrauche der Führungsschrauben finden sich häufig an den verschiedensten Maschinen, und selbst an oft einfach scheinenden Werkzeugen. Ich werde mich hier mit der Aufzählung einiger derselben begnügen. — An den Metallhobeln befindet sich eine solche Schraube zur Stellung des Hobeleisens, welches hier nicht so gut wie bey den Tischlerhobeln durch einen Keil festgehalten werden würde. Die Einrichtung eines Metallhobels, der zum Hobeln von Eisen und Messing gebraucht wird, läßt sich deutlich genug aus Fig. 2 (Taf. VIII) erkennen. Der Kasten d d desselben ist von Eisen, und auf der untern Seite (der Bahn) am besten mit Stahl belegt; in ihm steckt das Hobeleisen v v fast senkrecht (nicht so schief wie bey den Tischlerhobeln), weil es bloß schaben oder kratzen, aber nicht eigentlich schneiden kann. Mit dem Eisen ist bey n die Mutter verbunden, in welcher die an ihren Enden eingelassene Leitschraube sich dreht, und das Hobeleisen selbst hebt oder senkt, je nachdem sie nach einer oder der andern Richtung bewegt wird. Damit das Eisen seinen senkrechten Stand um so leichter behaupte, drückt von vorn unmittelbar ein hölzerner, den Hobelkasten ausfüllender Klotz a, und mittelbar eine Schraube z auf dasselbe. — Eine zweyte Anwendung der Führungsschrauben findet man bey den englischen Parallel-Schraubstöcken (Taf. VIII. Fig. 9), wo durch die sich bloß runddrehende Spindel d e der bewegliche Backen a auf seiner Bahn p, und an ei-

nem durch ihn gehenden vierkantigen Leitungsriegel b b, gegen den feststehenden Theil c bewegt wird. Diese Schraubstöcke haben außerdem noch oft die für den Gebrauch sehr bequeme Einrichtung, sich auf der Zwinge g herumdrehen, und in jeder Lage feststellen zu lassen, wodurch es möglich wird, irgend ein eingespanntes Arbeitsstück von allen Seiten, ohne es umzuspannen, zu befeilen. Jener Erfolg wird auf eine sehr einfache Art durch die Schraube f bewirkt, deren Flügelmutter, wenn sie stark angezogen wird, den Schraubstock fest hält, sonst aber die drehende Bewegung desselben gestattet. — An vielen Drehbänken wird der Reitnagel (Taf. IV. Fig. 3 e) durch eine Schraube geführt. — Eben so geschieht bey Schraubenschneidmaschinen die Bewegung des Supportes, in welchem der schneidende Stahl liegt, mittelst einer Leitschraube. *) Der den Grabstichel tragende Schieber an den Supports oder Auflagen der größern Drehbänke wird durch eine Schraube geführt. — Die Einrichtung der Führungsschraube, welche in Fig. 3 (Taf. VI) den unter dem Zapfenlager liegenden Keil c bewegt, ist schon früher (§. 47) beschrieben worden. — Führungsschrauben findet man auch an Spinn- und Spulrädern zum Spannen der endlosen Schnüre; an Schneid- und Theilzirkeln (Taf. VIII. Fig. 13, 14), an dem Pfeilermaaße der Uhrmacher (Fig. 15, 16) u. s. w. Ein Beyspiel von ihrer Anwendung sieht man ferner an dem in Fig. 10 (Taf. VIII) gezeichneten Streichmaaße, welches zum Anreißen zweyer Linien auf einen Zug bestimmt ist. Für diesen Behuf ist dasselbe mit zwey Spitzen, a und c versehen, welche sich auf jede Entfernung von einander stellen lassen, und, wenn sie sich ganz berühren, vereinigt nur eine Spitze bilden. Die bewegliche Spitze c sitzt an einem schmalen Schieber d d, welcher in das Holzstück n n versenkt ist. Die Führungsschraube e, welche ihre Mutter in

*) Jahrbücher des k. k. polytechnischen Institutes in Wien, Bd. IV. S. 436.

dem nähmlichen Stücke n, bey z hat, sitzt bey r mittelst eines kleinen Plättchens an der Umbiegung des Schiebers fest; auf ihre viereckige Verlängerung (welche durch ein Loch von r geht) ist der Schraubenkopf gesteckt, und durch eine vorgelegte kleine Schraubenmutter f befestigt. Wenn man daher diesen Kopf dreht, so bewegt sich die Schraube e in ihrer Mutter vor- oder rückwärts, und nimmt zugleich den Schieber d d nebst der Spitze c mit sich. — Fig. 11 (Taf. VIII.) zeigt das Ende eines großen Stangenzirkels, an welchem die bewegliche Spitze a auf sehr kleine Abstände durch eine Führungsschraube gestellt werden kann. Eine mit dieser Spitze verbundene Hülse b, welche auf der dreyeckigen Stange d d steckt, läßt sich darauf verschieben, nöthigen Falles aber (wenn nähmlich der Abstand mit der größten Genauigkeit genommen ist) auch mittelst der Stellschraube c befestigen. Eine zweyte Hülse e wird schon an der Stange festgestellt, wenn die Spitze a nur erst beyläufig in die verlangte Entfernung von der (in der Zeichnung nicht sichtbaren) unbeweglichen Spitze gebracht ist. Während nun die Hülse b noch locker ist, wird durch Hülfe der Leitschraube f g die Spitze a mit der größten Genauigkeit gestellt, worauf man auch die Stellschraube c anzieht, um jede weitere Verrückung zu hindern. Man bemerkt hier die etwas von der gewöhnlichen abweichende Einrichtung der Mutter i, welche keinen andern Zweck hat, als die Bewegung der Schraube möglichst sanft und gleichförmig zu machen. Diese Mutter ist nähmlich kugelförmig, auf einer Seite gespalten (wovon unten die Ursache vorkommen wird), und liegt zwischen der Hülse b, und einem aufgeschraubten Plättchen h; damit sie sich aber nicht drehen könne, besitzt sie unten einen kleinen Stift, mittelst dessen sie in ein etwas weiteres Loch der Hülse b gesteckt ist. Hülse und Plättchen besitzen übrigens eine flach runde Vertiefung, von welcher ein Theil der Mutter aufgenommen wird. (Alle genannten Theile bemerkt man deutlich in Fig. 12, wo die Hülse von der Seite, und die Mutter i auch abgesondert zu sehen ist). Die Schraubenspindel f g (Fig. 11), welche sich, um ihren Zweck zu erfüllen, nur drehen, keineswegs aber fortbewegen darf, ist hier

auf eine etwas ungewöhnliche, jedoch sehr zweckmäßige Art zu dieser Absicht konstruirt. An sie ist nähmlich bey k ein kleines Kügelchen gedreht, welches, so wie die Mutter i, eingeklemmt ist, doch aber der Drehung kein Hinderniß entgegensetzt, vielmehr dem Nachtheil einer vielleicht zufällig vorhandenen Krümmung der Spindel dadurch abhilft, daß es eine unbedeutende Ausweichung gestattet. — Eine dem Zwecke nach ganz ähnliche Einrichtung ist die in Fig. 18, (Taf. VIII) gezeichnete; a ist hier die Stange des Zirkels, auf welcher die eine (in der Zeichnung weggelassene) Spitze sich frey verschieben läßt, während die zweyte, c, nur einer geringen, zur Berichtigung der kleinsten Abstände nöthigen, Bewegung fähig ist. Diese Spitze steckt mit ihrer Hülse b auf der Stange des Zirkels. Die Führungsschraube ff hat ihre Mutter in der Stange a; sie ist zugleich in das äußerste Ende der Hülse b so eingelassen, daß sie sich, ihrer Drehung unbeschadet, nicht von der Stelle bewegen kann. Die Hülse ist zu diesem Behufe mit einem Plättchen geschlossen, durch dessen Oeffnung die cylindrische Fortsetzung der Schraube geht, deren feste Lage von ein paar zu beyden Seiten vorgelegten, etwas größeren Scheibchen gesichert wird. Weiterhin ist das Ende der Spindel ff vierkantig, und mit einem aufgesteckten Kopfe d versehen, der durch eine kleine Schraubenmutter e befestigt wird. Vermöge dieser Einrichtung setzt die Schraube, wenn sie an ihrem Kopfe d umgedreht wird, die Stange a in langsame Bewegung, und schiebt sie in der Hülse vor- oder rückwärts. Eine kleine getheilte Scheibe g, deren Zeiger h auf der Hülse fest sitzt, ist bestimmt, das Absehen nicht nur ganzer Umdrehungen der Schraube, sondern auch von Theilen dieser Umdrehungen möglich zu machen. — Bey den sogenannten Versetzköpfen, mittelst derer man allerley Gegenstände auf der Drehbank excentrisch (d. h. außer dem Mittel) einzuspannen im Stande ist, bedient man sich der Führungsschrauben zur Bewegung gewisser Schieber, auf welchen sich das zum Einspannen erforderliche Futter befindet. Man hat einfache und doppelte Versetzköpfe, die eine Verrückung außer das Centrum nach einer Rich-

tung oder nach zwey Richtungen zugleich möglich machen. In Fig. 17 (Taf. XI) ist ein doppelter Versetzkopf gezeichnet. Er besteht aus einer kreisrunden messingenen Scheibe nnn, welche mittelst einer rückwärts befindlichen Schraube an die Spindel der gemeinen Drehbank befestigt wird, vorn aber einen Schieber bb trägt, der sich zwischen zwey Backen gg durch die Schraube i verstellen läßt. Auf diesem Schieber befindet sich ein zweyter, über quer gehender, aa, dessen Schraube h sammt den Backen ff ganz dieselbe Einrichtung hat. Auf diesem zweyten Schieber erst befindet sich das Futter c, woran die Arbeit befestigt wird. Damit man die Verschiebung nach beyden Richtungen messen könne, trägt jeder Schieber einen kleinen Zeiger, einer der anliegenden Backen aber eine Theilung, welche man in der Zeichnung deutlich bemerken wird.

Der in Fig. 16 auf Taf. VII abgebildete englische Schraubenschlüssel (§. 63) gibt ein Beyspiel einer Führungsschraube mit sich drehender Mutter. Ein solches ist gleichfalls das auf Taf. VIII. Fig. 17 im Durchschnitt gezeichnete Streichmaaß für Metallarbeiter, welches ganz aus Eisen und Messing besteht, und dessen Einrichtung ich durch wenige Worte deutlich zu machen versuchen werde. Der Anschlag dieses Streichmaaßes ist eine eiserne Platte aa, welche nebst der Hülse vv aus einem und dem nähmlichen Stücke besteht. In dieser Hülse steckt ein Ring dd, der vorn bey pp mit einem vorspringenden Kranze versehen ist, um sich, ohne heraus zu gehen, darin drehen zu können. Die Art, wie der Ring in der Hülse befestigt ist, unterliegt keiner Schwierigkeit; er ist nähmlich eingeschraubt, die hierzu bestimmte Schraube oo muß aber (damit man sie um den Hals des Ringes legen könne), zweytheilig seyn. Sie ist es demnach, welche zugleich die Drehung des Ringes dd gestattet, und doch sein Herausgehen verhindert. Die Höhlung dieses Ringes enthält die Schraubenmutter der Spindel nn, und durch diese ist endlich der vierkantige, mit der Reißspitze c versehene Stab bb gesteckt. Beym Gebrauch des Streichmaaßes, wo es sich darum handelt, die Spitze c in eine

gewisse Entfernung von dem Anschlage a a zu stellen, verschiebt man zuerst den Stab b b in der Durchbohrung von n so weit, als man es nöthig findet; und befestigt ihn mit der Schraube f. Hierauf aber dreht man den Ring d d so lang nach einer oder der andern Richtung, bis durch Aus- oder Einschrauben der Spindel n n die Spitze c auf das Genaueste gestellt ist. Wie man sieht, ist d d hier die führende Schraubenmutter, welche ganz auf ähnliche Art wirkt, wie die Schraubenmutter an dem oben erwähnten englischen Schraubenschlüssel. — Manche der zum Gebrauche der Metallarbeiter bestimmten Bogenzirkel (Taf. VIII. Fig. 19) besitzen eine Vorrichtung zur genauen Stellung der Schenkel, welche gleichfalls mittelst einer beweglichen Schraubenmutter wirkt. Nachdem an einem solchen Zirkel der eiserne Bogen m m mittelst der Stellschraube p an dem Schenkel t vollkommen befestigt worden ist, braucht man nur die Flügelmutter x langsam zu drehen, um den zweyten Schenkel u des Zirkels in die verlangte Entfernung von t mit der größten Genauigkeit zu stellen. Da die erwähnte Schraubenmutter mit u so verbunden ist, daß sie diesen Schenkel bey ihrer Bewegung mitnimmt, die Schraubenspindel v aber ein und dasselbe Stück mit dem Bogen m ausmacht, so ist die gegenwärtige Vorrichtung zugleich ein Beyspiel einer Führungsschraube, wo drehende und fortschreitende Bewegung an der Mutter vereinigt sind.

Weil durch den häufigen Gebrauch der Führungsschrauben die Muttern derselben sich bald ausreiben, und dann ein Leergehen *) der Spindeln eintritt, so werden jene bey besser gearbeiteten Maschinen gespalten oder aufgeschlitzt

*) Man sagt von einer solchen Schraube, sie gehe leer, wenn sie einen Theil ihrer Umdrehung vollbringt, ohne den damit verbundenen Gegenstand von seiner Stelle zu führen. Die Ursache dieses Fehlers (der besonders dann von Wichtigkeit ist, wenn die von der Schraube hervorgebrachte Bewegung als Maaß gebraucht werden soll) liegt immer in einer unvollkommenen Berührung zwischen Spindel und Mutter.

(Fig. 37 und 38 auf Taf. VII), damit man sie, wenn es nöthig wird, durch ein paar Schrauben (n, Fig. 37, und a' a' Fig. 38) enger zusammenpressen, und so die genaue Berührung zwischen Mutter und Spindel wieder herstellen könne. Bey kleineren Schrauben pflegt man überdieß gern eine Vorrichtung anzubringen, durch welche die beyden Hälften der gespaltenen Mutter immerfort, und ohne Nachhülfe gegen einander gepreßt werden. Fig. 39 zeigt dieselbe in perspektivischer Ansicht, und Fig. 40 von der Seite. Die beyden Theile der Schraubenmutter A sind durch zwey kleine Schrauben ii verbunden, jedoch so, daß (wie dieses immer nöthig ist) ein gewisser Abstand zwischen ihnen bleibt. Unter dem Kopfe der einen Schraube ist eine mäßig starke Feder n gelegt, welche solchergestalt immer die Berührung zwischen Mutter und Spindel unterhält, indem sie die zwey Hälften der ersteren gegen einander drückt, und zwar um so stärker, je mehr diese Schraube angezogen wird. Am deutlichsten wird dieser Erfolg aus Fig. 40. — Um die Bewegung der in Fig. 33 abgebildeten Art von Führungsschrauben so sanft als möglich zu machen, ist bey manchen Maschinen die in Fig. 38 vorgestellte Einrichtung getroffen. Die gespaltene Mutter A ist nähmlich mit dem Stücke B, welches zu führen sie die Bestimmung hat, nicht aus einem und demselben Ganzen. Sie besitzt vielmehr ein paar Löcher a, in welche zwey eiserne Stifte bb etwas locker eingepaßt sind. Eine kleine Feder c entfernt außerdem die beyden Theile A und B etwas von einander. (Fig. 41 die obere Hälfte der Schraubenmutter besonders). Wenn daher durch einen Zufall (der oft genug eintritt) die Schraubenspindel krumm ist, so wird dadurch die Bewegung derselben keineswegs gehemmt oder erschwert, weil die Stifte bb, Fig. 38 (welche, wie gesagt etwas Spielraum haben) und die Feder c ein Ausweichen der Mutter zur Seite, oder aufwärts, gestatten. — Den nähmlichen Zweck hat die in Fig. 12 (Taf. VIII) abgebildete Einrichtung, welche zum Theil schon oben beschrieben worden ist. Die an der Seite aufgeschlitzte Mutter i ist kugelförmig, damit sie bey einer zufällig vorhandenen Krümmung der Spindel etwas ausweichen könne;

das Zusammenpressen derselben geschieht mittelst der beyden Schrauben z z. Hin und wieder, nahmentlich an den von Reichenbach'schen Supports für Drehbänke, vertritt die auf Taf. V Fig. 12 abgebildete Einrichtung die Stelle der bisher beschriebenen Vorkehrungen. a a ist dort der Schieber, welcher durch die Schraube auf dem Stücke b geführt werden soll. An dem erstern ist die gespaltene Mutter d mittelst eines dünnen, sich federnden Armes c befestigt; sie kann daher ebenfalls, wenn es nöthig ist, der Schraubenspindel nachgeben, und um etwas Weniges nach oben und unten ausweichen.

Oft ist man in dem Falle, die durch eine Schraube hervorgebrachte Bewegung zugleich messen, oder selbst als Maaß gebrauchen zu müssen. Dieses ist die Bestimmung der sogenannten Mikrometer-Schrauben *), von deren Einrichtung die Fig. 5 (Taf. VIII) einen allgemeinen Begriff geben mag. Es sey a a eine sehr feine Schraube. Weiß man die Zahl von Gängen, welche dieselbe etwa auf der Länge eines Zolles besitzt, so kennt man auch schon die Anzahl von Umdrehungen, welche erfordert wird, um die Schraube, nebst jedem damit verbundenen Gegenstande, einen Zoll weit vor- oder rückwärts zu bewegen, da bey jeder Umdrehung die Schraube sich um die Weite eines Ganges fortbewegt. Setzen wir die Zahl der Gänge auf 1 Zoll = 80, so wird die Schraube bey jeder Umdrehung um $\frac{1}{80}$ Zoll bewegt. Eine getheilte Scheibe c mit einem Zeiger b dient, jene Umdrehungen wieder in kleinere Theile zu theilen. Wenn nähmlich auf dem Umkreise dieser Theilscheibe irgend ein Punkt als Anfangs- oder Nullpunkt betrachtet, und

*) Der Begriff von Mikrometer-Schrauben wird häufig viel weiter ausgedehnt, als er eigentlich sollte. Praktische Arbeiter nennen nähmlich Mikrometer-Schraube gern jede feine Schraube, welche zur Führung auf sehr geringe Abstände bestimmt ist, es mag nun dabey wirklich gemessen werden oder nicht. In diesem Sinne sind auch die Schrauben der Fig. 11, 18 und 19 (Taf. VIII) Mikrometer-Schrauben.

die Hälfte, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ ..... $\frac{1}{100}$ u. s. w. jenes Umkreises unter dem Zeiger vorbey bewegt wird, so kann man auch schließen, daß die Schraube selbst um ^{1}, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ ..... $\frac{1}{100}$ u. s. w. einer Gangweite sich bewegt habe. Man kann mithin, wenn die Schreibe c in 100 Theile getheilt ist, bis auf $(\frac{1}{80} \times \frac{1}{100} =) \frac{1}{8000}$ Zoll messen. Man bedient sich der Mikrometer-Schrauben sehr häufig bey astronomischen und mathematischen Instrumenten; aber nicht allein hier, sondern auch hin und wieder bey technischen Maschinen findet diese Art Schrauben Anwendung. Als Beyspiel mag hier der von dem Optiker Voigtländer in Wien erfundene Wollmesser dienen, von welchem man aus Fig. 6 (Taf. VIII) einen Begriff erhält *). Der Zweck dieses Instrumentes ist, zehn Wollfäden auf einmahl so zu messen, daß ihre Dicke in Theilen des Zollmaaßes ausgedrückt und angegeben werden kann. Die Ursache, warum mehrere Fäden zugleich gemessen werden, läßt sich bald einsehen, wenn man bedenkt, daß bey diesem Verfahren nicht nur das Messen viel leichter veranstaltet werden kann, sondern daß auch jeder etwa vorfallende Fehler durch die Verminderung auf den zehnten Theil seiner Größe weniger merklich wird. Um ohne Weitschweifigkeit einen deutlichen Begriff von der Eintichtung des Wollmessers zu geben, scheint es mir am besten, voraus die Art, wie die Fäden zum Messen vorbereitet werden, und dann erst das Verfahren beym Messen selbst zu beschreiben. Die zehn zu einer Messung bestimmten Wollfäden müssen nothwendiger Weise nahe neben einander ausgespannt werden. Hierzu ist eine Art von Gabel aus Messing bestimmt (Fig. 6 C), welche aus einem Stängelchen ε, zwey Armen δδ und einem dünnen Stiele γ zusammen gesetzt ist. Jeder der beyden Arme, die sich auf dem Stängelchen ε bey

*) Diese Zeichnung ist in natürlicher Größe nach einem von Voigtländer trefflich gearbeiteten Exemplare des Instrumentes, welches sich im Besitze des Fabriksprodukten-Kabinets am hiesigen k. k. polytechnischen Institute befindet, aufgenommen.

Anwendung einiger Gewalt herumdrehen lassen, trägt eine sehr dünne Messingscheibchen μ, welche durch eine Schraubenmutter ν sich stark gegen einander pressen lassen. In die Zwischenräume zwischen diesen Plättchen, welche auf der Fläche nach Art einer feinen Feile mit Einschnitten versehen sind, um Rauhigkeit zu erhalten, werden die Wollfäden einzeln eingeklemmt, und mittelst eines Zängelchens straff angezogen. Hierauf dreht man (um die zehn Haare noch stärker zu spannen) die Arme δ δ der Gabel mittelst eines durch sie gesteckten kleinen Hebels vorsichtig um. Die solchergestalt auf der Gabel befestigten (in der Zeichnung bey λ angegebenen) Wollfäden sind aber nun noch um die Dicke der Plättchen μ von einander entfernt; und wollte man daher ohne weitere Vorbereitung die Breite des ganzen Haarbandes messen, so würde man aus dem Resultate keineswegs auf die wahre Dicke der einzelnen Haare schließen können. Diesem Umstande abzuhelfen, besitzt das Instrument einen eigenen, zur vollkommenen Näherung der Wollfäden bestimmten Mechanismus.

Das Meß-Instrument selbst (Fig. 6 A) hat als Grundlage eine messingene Platte u u. Auf dieser stehen zwey Säulen y, z, an welchen eine, die meisten übrigen Theile tragende Platte M M mittelst zweyer Schrauben befestigt ist. Fig. 6 B zeigt die genannte Platte im Grundrisse, und bey der nachfolgenden Beschreibung wird man daher am besten beyde Zeichnungen fortwährend mit einander vergleichen. Die auf der Platte befindlichen Theile bilden zwey abgesonderte Vorrichtungen, von denen die erste dazu dient, die sammt der Gabel eingelegten Wollhaare einander ganz zu nähern, während die zweyte erst zum Messen bestimmt ist. Die Platte besitzt ihrer halben Länge nach einen schmalen Ausschnitt, in welchem sich ein kleiner Schieber bewegt. Mit dem Schieber ist eine Art von Wage p verbunden, deren beyde Arme vorn, bey n n, aufgebogen sind, um die Wollhaare fassen zu können. Diese Arme sind an p nicht unbeweglich fest, sondern durch ein paar Schrauben, gleichsam wie durch Gewinde, damit vereinigt; eine Veranstaltung, deren Grund erst später

deutlich werden kann. An dem zuvor erwähnten Schieber sitzt unterwärts ein Stift w, mittelst dessen der Schieber selbst von einer bey l befestigten Feder m m nach der Richtung des kleinen Pfeils (Fig. 6 A) bewegt wird, wenn ihm nicht ein anderweitiges Hinderniß entgegen steht. Als ein solches Hinderniß ist hier die Schraube x angebracht, welche, wenn sie eingedreht wird, den Schieber nach entgegengesetzter Seite bewegt, und nur beym Zurückziehen der Feder freyes Spiel läßt. Man hat es demnach in seiner Gewalt, den Schieber nebst der Wage n p n an jede beliebige Stelle zu bringen. Vorwärts der Wage steht unbeweglich auf der Platte M M ein schneidig gebildetes Messing-Klötzchen t (Fig. 6 B), dessen Bestimmung noch erläutert wird. Endlich bedeuten die Buchstaben s s zwey schmale, rundkantige Glasstückchen, welche zwischen t und ein paar andern Theilen, o o, eingeklemmt sind, und dem zu messenden Wollfäden als Unterlage dienen.

Die Mikrometer-Vorrichtung ist, der Hauptsache nach, ganz dieselbe, wie sie in Fig. 5 abgebildet, und schon oben beschrieben wurde. Die Schraubenmutter g ist gespalten, und mit der in Fig. 39 und 40 (Taf. VII) gezeichneten Vorrichtung versehen, um das Leergehen der Spindel (welches hier von dem größten Nachtheile seyn würde) zu verhindern. Vorn hin endigt sich die Schraube in eine außerordentlich feine Spitze f, welche genau der Schneide von t sich gegenüber befindet; die Theilscheibe h ist in 100 Theile getheilt; und der Zeiger v ist zugleich ein Maaßstab, indem seine über das Gestell des Instrumentes hervorragende Länge genau $\frac{6}{11}$ Zoll beträgt. Diese Größe ist aber wieder in 6 Theile getheilt, deren jeder mithin = $\frac{1}{11}$'' ist. Die Mikrometer-Schraube f hat 81 Gänge auf dem Zoll, und sie bewegt sich demnach bey jeder Umdrehung um einen Theil des Maaßstabes v in ihrer Mutter vor- oder rückwärts. Nun ist aber die Einrichtung so getroffen, daß gerade dann, wenn die Theilscheibe h bis zu dem der Säule y zugekehrten Ende jenes Maaßstabes gelangt ist, die Spitze f an der Schneide von t ansteht, und auf der Theilscheibe die Zahl 100 unter

dem Zeiger steht. Wird zwischen diese Schneide und die Spitze der Schraube irgend ein Gegenstand gebracht, der beyde berührt, so unterliegt das Messen dieses Gegenstandes gar keiner Schwierigkeit. Man darf nur die Schraube so weit zurückdrehen, als es nöthig ist, um den Gegenstand zwischen die Spitze derselben und die Schneide t gleichsam einzuklemmen; dann wird die Kante der Theilscheibe auf dem Maaßstabe oder Zeiger v, von dem festen gegen das freye Ende zu, eine gewisse Anzahl von Theilen abschneiden, deren jeder $= \frac{1}{81}''$ ist. Allein in den wenigsten Fällen wird die Dicke des gemessenen Gegenstandes genau $\frac{1}{81}''$, $\frac{2}{81}''$, $\frac{3}{81}''$ u. s. w. (d. h. 1, 2, 3, Gangweiten der Schraube) betragen; um daher das Maaß genauer zu finden, hat man die Scheibe b zu betrachten, und die eben unter dem Zeiger stehende Zahl als 8100tel eines Zolles dem schon gefundenen Resultate beyzuzählen. Hätte die Kante von b auf v z. B. drey Theile abgeschnitten, und fände man überdieß auf der erstern die Zahl 45 unter dem Zeiger, so wäre die Dicke des gemessenen Gegenstandes $= \frac{3}{81} + \frac{45}{8100}$ oder $\frac{345}{8100}$ Zoll. Man kann solchergestalt alle zwischen $\frac{1}{8100}$ und $\frac{600}{8100}$ ($\frac{6}{81}$) Zoll liegenden Größen abmessen, wobey das Resultat immer in 8100tel eines Zolles ausgedrückt wird. Freylich würde man irren, wenn man mittelst dieses Instrumentes bis auf $\frac{1}{8100}''$ genau messen zu können hoffen wollte, denn eine solche Genauigkeit lassen die bey der praktischen Ausführung der einzelnen Theile unvermeidbaren Mängel wohl nicht zu; aber man wird auch von einem bis auf einige 8100tel Zoll steigenden Fehler keinen bedeutenden Nachtheil erfahren. — Nun zu der Art, wie man beym Gebrauch des Instrumentes selbst vorzugehen hat.

Die auf die Gabel nach Angabe der Fig. 6 C aufgezogenen und gleichmäßig gespannten Wollfäden werden sammt der Gabel in das Instrument gebracht, so, daß das ganze Haarband in die Richtung der Linie α β (Fig. 6 B) und an jene Stelle kommt, wo in Fig. 6 A der Buchstabe t sich befindet. Die Haare liegen hierbey sämmtlich auf den beyden Glasstückchen s s; der Stiel der Gabel aber (γ Fig. 6 C) ruht in zwey messinge-

nen, auf der Platte M M befestigten Gabeln, q und r, wovon die letztere eine kleine (zur Verminderung der Reibung bestimmte) Rolle besitzt. Um nun aber die Haare in unmittelbare Berührung zu bringen, zieht man die Schraube x zurück; dadurch tritt die Feder m m in Wirksamkeit, und die Wage p mit ihren beyden hakenförmig umgebogenen Armen n n geht nach der Richtung des Pfeils (Fig. 6 A) zurück. Die erwähnten Haken n fassen hierbey die Haare, und drücken sie nicht nur an einander, sondern zugleich auch an die Schneide t (Fig. 6 B). Wenn durch diese Operation nicht einzelne Wollhaare abgerissen werden sollen, muß sie außerordentlich sanft geschehen, und eben deßwegen sind die Arme n n an Gewinden beweglich, weil sie bey dieser Construction leicht etwas nachgeben können, und einen gleichförmigern Zug ausüben. — Man hat nun ein schmales Band von der zehnfachen Breite eines Wollfadens, welches auf die schon oben angegebene Art gemessen werden kann. Wird nähmlich die Mikrometer-Schraube an ihrem Kopfe a gefaßt, und so weit eingedreht, daß ihre feine Spitze f das vorderste Wollhaar berührt, (und somit um die Breite des ganzen Bandes von der Schneide t entfernt bleibt) so läßt sich auf die oben gelehrte Art das Maß dieses Haarbandes ablesen. Da die hierbey nöthigen Beobachtungen mit freyem Auge sich nicht wohl machen ließen, so ist das Instrument mit mehreren Mikroskopen versehen, wovon das große, e, zur Einsicht auf das Haarband, ein kleineres, d, zur Beobachtung des Maaßstabes und der Theilscheibe, und zwey andere (wovon in der Zeichnung nur das eine, nähmlich c, sichtbar ist) beym Aufspannen der Wollfäden auf die Gabel gebraucht werden; h ist eine kleine Messingplatte, die von zwey Schrauben, i k, gehalten wird, sich nach Bedürfniß wenden läßt, und auf jeder Fläche einen kleinen kreisrunden Spiegel enthält. Von diesen Spiegeln, die dem Mikroskope c das nöthige Licht zuwerfen, ist der eine weiß, der andere hingegen schwarz, damit man sie abwechselnd gebrauchen könne, je nachdem man bey stärkerm oder schwächerem Lichte operirt. In der Zeichnung konnte begreiflicher Weise nur einer von diesen

Spiegeln bemerkbar gemacht werden; die Stelle des andern ist durch einen punktirten Kreis angedeutet. —

Da die Verfertigung der Mikrometer-Schrauben mit außerordentlich feinen Gängen in der Praxis nicht geringen Schwierigkeiten unterliegt, und man sich auf die Genauigkeit derselben nicht immer vollkommen verlassen darf, so hat der berühmte Prony eine sehr sinnreiche Vorrichtung angegeben, wobey mit sehr groben Schrauben der nähmliche Erfolg hervorgebracht werden kann, den man sonst durch die feinen Gewinde der Mikrometer-Schrauben zu erreichen sucht. Fig. 7 auf Taf. VIII ist dieser Mechanismus vorgestellt. b.b sind in der genannten Zeichnung zwey feststehende Stützen mit Schraubenmuttern, f ist ein längs der Bahn a a fort zu bewegendes Stück, ebenfalls mit einer Schraubenmutter versehen. Die Schraubenspindel c d besteht aus drey Theilen, von denen die äußern (c und d) ein vollkommen gleiches Gewind haben, während der mittlere Theil (e) etwas feinere Gänge besitzt. Um die Wirkung dieser Einrichtung deutlich einsehen zu können, stelle man sich z. B. vor, die Schraubengänge von c und d hätten $\frac{2}{100}$ Zoll, die von e hätten nur $\frac{1}{100}$ Zoll Weite. Setzt man mittelst der Kurbel k oder auf andere Art die Spindel in Bewegung, so wird, weil c und d sich in den Muttern b b fortschrauben, das Stück f während einer Umdrehung um $\frac{1}{100}$ Zoll vorwärts gehen; zugleich aber wird es von der mittlern Schraube e um $\frac{1}{100}$ Zoll zurück geführt: mithin wird f nach Vollendung der ersten Umdrehung eigentlich nur um die Differenz beyder Gangweiten, d. i. $(\frac{2}{100} - \frac{1}{100})\ \frac{1}{100}$ Zoll vorgerückt seyn. Je kleiner also diese Differenz ist, um so langsamer muß sich f bewegen, die absolute Größe der Schraubengänge mag welche immer seyn. Wäre z. B. die Gangweite von c und d = 1 Zoll, jene von e aber = $\frac{99}{100}$ Zoll, so bewegte sich f bey einer Umdrehung der Schraube um nicht mehr als $\frac{1}{100}$ Zoll; die Vorrichtung würde mithin dieselben Dienste leisten, wie eine Mikrometer-Schraube von 100 Gängen auf den Zoll. — Eine andere Vorrichtung, um etwas Aehnliches zu bewirken, kommt (§. 91) vor.

§. 66.

Die Eigenschaften, welche man von einer guten Schraube fordert, sie mag zu dem einen oder andern Zwecke verwendet werden, sind folgende:

1.) Die Gänge der Spindel müssen genau in jene der Mutter passen, und umgekehrt, damit kein Wanken Statt finden könne (§. 60). Doch darf, besonders bey Führungsschrauben, diese Berührung zwischen Mutter und Spindel nicht so weit gehen, daß durch die eintretende Reibung die Leichtigkeit der Bewegung leidet.

2.) Der Grad des Steigens der Gänge (§. 61) muß im gehörigen Verhältnisse stehen mit der Dicke der Spindel, und mit dem Zwecke, wozu dieselbe gebraucht wird. Bey kleinern Schrauben sieht man überhaupt nur darauf, daß die Gänge nicht gar zu fein oder gar zu grob im Verhältnisse gegen die Dicke der Spindel ausfallen; große Schrauben unterliegen hingegen gewissen Regeln, die man nicht gern vernachlässigt, obschon auch hierin die Gewohnheit verschiedener Mechaniker sehr von einander abweicht. So wählen Einige für die Weite der Gänge 10 Grade (d. i. $\frac{1}{10}$) vom Umfang der Spindel, den man aus dem Durchmesser berechnet; Andere aber nehmen für die Gangweite den 4ten Theil der Seite eines dem Umfange eingeschriebenen gleichseitigen Dreyeckes (Taf. VIII Fig. 20 a c). Nach der letztern Methode fallen die Gänge etwas weiter aus. In Rücksicht auf den Zweck, wozu die Schrauben verwendet werden, braucht man nur so viel zu bemerken, daß es thöricht wäre, dort eine Schraube mit feinem Gewinde zu wählen, wo dieselbe einen großen Widerstand zu leiden hat (wie bey Pressen u. s. w.), oder wo es auf eine schnelle Bewegung ankommt. Hinwieder wird Niemand bey Mikrometer-Vorrichtungen oder dort, wo die Mutter der Umstände wegen nur außerordentlich kurz seyn kann, eine Schraube mit verhältnißmäßig groben Gängen in Anwendung setzen wollen. Hier kommt der Umstand in Betrachtung zu ziehen, daß man in den meisten Fällen die Schraubenspindeln so stark macht, als es nur angeht, weil dicke

Schrauben (mit verhältnißmäßig weiten Gewinden) nicht nur mehr Gewalt ertragen können, sondern auch bey der Verfertigung weniger leicht sich krümmen.

3.) Die Schraubenspindel darf nicht krumm oder von ungleicher Dicke seyn, Fehler, die bey der Verfertigung oft nur sehr schwer zu vermeiden sind, obschon sie für den Gebrauch schädlich genug werden können. Eine krumme oder nicht an allen Stellen gleich dicke Spindel bewegt sich nicht mit der gehörigen Leichtigkeit in ihrer Mutter, und die Gänge derselben kommen, wegen des ungleichen Druckes, in Gefahr, ausgesprengt zu werden. Die letztere Gefahr tritt vorzüglich bey hölzernen Schrauben ein. Ueber die Mittel, einem solchen Nachtheil vorzubeugen, oder wenigstens denselben zu mindern, sind im vorigen §. die nöthigen praktischen Details mitgetheilt worden.

4.) Um dem Gange der Schraube die möglichste Sicherheit zu geben, muß die Mutter so lang gemacht werden, als es nur immer seyn kann. Dieser Umstand ist besonders dort von Wichtigkeit, wo durch eine Schraube ein Theil einer Maschine geführt werden soll (bey Führungsschrauben, Leitspindeln, §. 65). —

Für die Ausführung muß noch bemerkt werden, daß nicht nur die Stärke der Schraubengänge, sondern auch das Material, woraus man die Schrauben verfertigt, sich nach dem Zwecke richten müsse, wozu man dieselben bestimmt. Holz, Messing und Eisen sind die gewöhnlichsten Materialien zu den Schrauben. Hölzerne Schrauben macht man am häufigsten aus Weiß- und Rothbuchen-Holz, dann aus dem Holze des Hagedorns, des Birnbaums u. s. w. Man bedient sich ihrer bey vielen Pressen (z. B. bey den Weinpressen, Buchbinder- und Tuchscherer-Pressen u. s. w.), ferner an den Hobelbänken, an den hölzernen Schraubstöcken der Drechsler u. s. w. — Eiserne Schrauben hat man von der verschiedensten Dicke; sie sind die gewöhnlichsten sowohl zum Zusammenschrauben, als auch bey Maschinen von mancherley Gattung. In der neuesten Zeit hat man auch angefangen, Schrauben (besonders größerer Art)

aus Eisen zu gießen. Weit seltener werden messingene Schraubenspindeln gebraucht, und selbst jene, die man findet, sind durchaus von geringern Dimensionen. — Dagegen werden die Muttern eiserner Schrauben von jeder Größe in der Regel aus Messing gemacht. Schrauben aus anderen Metallen, so wie aus allerley Substanzen, die von den obigen verschieden sind, trifft man meist nur als Ausnahmen. So bedient man sich z. B. stählerner Schrauben bey den Sackuhren und andern Uhrmacher-Arbeiten. Hierher gehören auch die goldenen und platinenen Schrauben, womit man die Zündlöcher der Jagdgewehre ausfüttert; die gläsernen, welche man in seltenen Fällen an Flaschen u. dgl. findet; endlich die Schrauben aus Bein, Horn, Perlmutter u. s. w., welche von Drechslern an Geräthe aller Art geschnitten werden.

§. 67.

In Rücksicht der verschiedenen Zwecke, wozu die Schrauben verwendet werden, weichen sie auch in verschiedenen Umständen wesentlich von einander ab. Man kann die Schrauben eintheilen:

I. Nach der Art des Materiales, aus welchem sie gemacht werden (§. 66).

II. Nach ihrer Verfertigungsart. Die Erörterung dieser Rücksicht macht einen nicht unwichtigen Gegenstand der Technologie aus.

III. Nach der äußern Gestalt. Hier finden sich wieder dreyerley Unterschiede:

1.) In der Gestalt der Gänge.

2.) In der Zahl der Gänge oder Gewinde.

3.) In der Lage der Gänge gegen die Axe der Spindel.

§. 68.

Von der Verschiedenheit der Schrauben in Rücksicht der Gestalt der Gänge.

Man unterscheidet:

a) scharfgängige (Taf. VIII Fig. 21),

b) rundgängige (Fig. 22), und

c) flachgängige (Fig. 23) Schrauben.

Bey den scharfgängigen Schrauben ist der Durchschnitt des Gewindes ein Dreyeck; bey den rundgängigen ein eben solches mit abgerundeter Spitze; bey den flachgängigen ein Parallelogramm. Die Gänge in der Mutter sind von der nähmlichen Gestalt und Größe wie jene an der Spindel, wenige Fälle ausgenommen.

Hölzerne Schrauben sind immer scharfgängig; doch schneidet man sie selten ganz aus, und ihre Gänge erscheinen daher gewöhnlich nicht schneidig, sondern flach begränzt (Fig. 24). Ursache hiervon ist die Erfahrung, daß ein scharfer Schraubengang in Holz doch sehr bald ausbricht, und daher zur Vollkommenheit der Schraube nichts beyträgt. Man will gefunden haben, daß hölzerne Schrauben, deren Gänge ein gleichschenkliges Dreyeck bilden (Fig. 25) mehr Gewalt aushalten können, als die gewöhnlichen (in Fig. 24 abgebildeten); obschon sich dieser Erfolg (existirt er anders) nicht genügend erklären zu lassen scheint. Einer bessern Schonung der Holzfasern beym Schneiden der Schraube läßt er sich wenigstens nicht zuschreiben, da die Winkel der Gänge (c Fig. 25) offenbar kleiner, die Fasern dort also sogar kürzer sind, als bey der gemeinen Art (Fig. 21). — Flache Gewinde passen für hölzerne Schrauben nicht, da sie zu leicht ausbrechen würden. Die faserige Struktur des Holzes ist nähmlich Ursache, daß ein dreyeckiger, an seiner Grundfläche dickerer Gang weit mehr Festigkeit besitzt, als ein parallelepipedalischer, der durchaus gleich stark ist.

Eiserne Schrauben macht man, besonders dann, wenn zu befürchten ist, daß scharfe Gänge bey öfterem Gebrauche die Mutter ausschneiden und zu Grunde richten würden, rundgängig. Eine besondere Art der scharfgängigen Schrauben sind die so genannten Holzschrauben, die von Eisen, und bestimmt sind, zum Zusammenschrauben von Holz verwendet zu werden. Da das Holz ein Material ist, in welchem, bey Anwendung einiger Gewalt oder selbst bey oft wiederhohltem Aus- und Einschrauben, die Gänge der Mutter bald ausreißen; so

gibt man den Holzschrauben sehr tiefe, ziemlich stark steigende (und daher weit von einander liegende) Gänge, damit mehr Holz zwischen ihnen stehen bleiben möge. Bey den bessern Holzschrauben macht man aus demselben Grunde die Gänge an der Spindel sehr dünn und schwach, wodurch natürlicher Weise jene in der hölzernen Mutter um so stärker ausfallen. Scharfgängig sind diese Schrauben, weil sie bloß in ein rundes vorgebohrtes Loch eingedreht werden, und sich ihre Mutter selbst schneiden müssen; eben darum macht man sie auch gewöhnlich nicht gleich dick, sondern man läßt sie gegen vorn etwas verjüngt zugehen. — Schrauben, die eine etwas bedeutende Gewalt auszuhalten bestimmt sind, und an denen ein scharfes oder rundes Gewind bald Schaden nehmen würde, macht man flachgängig. Man sieht dergleichen an allen Pressen mit eisernen Spindeln, ferner an Schraubstöcken, und bey vielen Maschinen. Größere eiserne Spindeln versieht man überhaupt nie gern mit einem andern als flachen Gewinde. Fig. 16 und 24 auf Taf. VII sind Beyspiele.

§. 69.

Von der Verschiedenheit der Schrauben in Rücksicht auf die Zahl der Gänge.

Wir haben (§. 60) eine Schraube entstehen gesehen, indem sich eine schiefe Fläche um einen Cylinder immer höher und höher windet. Von solcher Art sind die meisten Schrauben, und man nennt sie eingängig. Nimmt man statt einer schiefen Fläche zwey, drey oder mehrere dergleichen, und windet man dieselben in gleichen Entfernungen um den Cylinder, so entsteht eine zwey-, drey- oder überhaupt eine mehr- oder vielgängige Schraube. Fig. 6 auf Taf. IX zeigt die Construction einer dreygängigen Schraube. Das erste Gewinde ist dort bloß punktirt, das zweyte mit einer einfachen, das dritte mit einer doppelten Linie ausgezogen; und man sieht, daß von den auf der Schraubenspindel befindlichen Gängen immer der erste dem ersten Gewinde, der zweyte dem zweyten, der dritte dem dritten, der vierte wieder dem ersten u. s. w. zugehört, daß

mithin zwischen zwey Gängen eines und des nähmlichen Gewindes jederzeit ein Gang des zweyten und dritten Gewindes sich befindet.

Auf den ersten Blick ist eine mehrgängige Schraube von einer eingängigen nicht leicht zu unterscheiden, besonders wenn die Gänge derselben ziemlich fein sind. Indessen besitzen vielgängige Schrauben mehrere Eigenschaften, die den eingängigen gar nicht, oder doch in minderem Grade zukommen. Diese ausgezeichneten Eigenheiten sind, kurz angegeben, folgende:

1.) Vielgängige Schrauben halten einen weit größern Druck aus, ohne auszuspringen oder auszureißen, als eingängige. Diese Erscheinung erklärt sich aus dem Umstande, daß der Gesammtdruck auf alle Gewinde gleich vertheilt wird. Eine viergängige Schraube wird also, bey gleicher Stärke der Gänge, viermahl so viel tragen, als eine eingängige. Man kann sich die Last gleichsam in vier Theile getrennt denken, deren jeder über eine besondere schiefe Fläche hinaufbewegt wird. Man darf sich jedoch nicht vorstellen, daß eine größere Anzahl der Gewinde zur Ersparung an Kraft beytragen könne. Das Verhältniß der Kraft zur Last (§. 62) ist ganz eben so, wie es seyn würde, wenn die Schraube eingängig mit demselben Grade von Steigung wäre; denn die Vertheilung der Last auf zwey, drey oder mehrere schiefe Flächen dient nur dazu, die Gänge selbst zu schonen, und es ist ja gleich viel, ob die Kraft auf die ganze Last von z. B. 400 Pfund, oder ob sie auf vier Lasten, jede von 100 Pfund, wirkt.

2.) Die Gänge steigen bey mehrgängigen Schrauben weit stärker als bey den gewöhnlichen eingängigen; weil zwischen je zwey Gängen eines Gewindes immer noch für einen oder mehrere Gänge der übrigen Gewinde Platz seyn muß.

3.) Aus diesem starken Steigen der Gänge erklärt sich die Erscheinung, daß mehrgängige Schrauben bey einer einzigen Umdrehung viel weiter vorwärts bewegt werden, als eingängige.

4) Endlich haben vielgängige Schrauben noch die Eigenschaft, durch einen geraden, in der Richtung ihrer Axe angebrachten Druck (ohne absichtliche Drehung) leicht rückwärts bewegt zu werden. — Man denke sich eine Scheibe (Taf. IX. Fig. 3), die in ihrer Mitte ein rundes Loch, und in diesem noch einige kleine Ausschnitte besitzt. Man denke sich dazu einen Cylinder (Fig. 4), der jenes Loch in der Scheibe ausfüllt, und an dessen Umfang sich mehrere erhabene, nach der Länge laufende Leisten befinden, die in die kleinen Ausschnitte der Platte passen. Begreiflicher Weise wird sich jener Cylinder in der Platte ohne Hinderniß vor- und rückwärts schieben lassen. Sind die Leisten am Cylinder, statt in paralleler Richtung mit seiner Axe, nach Art stark steigender Schraubengänge herum gelegt (wie Fig. 5), so wird dieses Hin- und Herschieben zwar schwerer, immer aber um so leichter vor sich gehen, je mehr sich die Leisten der senkrechten Lage in Fig. 4 nähern. Wendet man das Gesagte auf mehrgängige Schrauben an, so ergibt sich, daß man diese letztern um so leichter durch bloßen Druck (wobey die Drehung von selbst erfolgt) werde zurück bewegen können, je stärker ihre Gänge steigen. Viergängige Schrauben werden daher leichter zurückgehen, als zweygängige von gleicher Feinheit, weil jene eine stärkere Steigung haben. Alle angegebenen Eigenschaften machen die mehrgängigen Schrauben zu gewissen Zwecken sehr anwendbar. Man bedient sich ihrer häufig dort, wo es darauf ankommt: a. Daß die Schraube einen bedeutenden Widerstand auszuhalten vermöge; b. daß dieselbe bey wenigen Umdrehungen schon einen großen Weg zurücklege; c. daß sie leicht durch bloßen Druck in ihrer Mutter sich bewegen lasse. Daher findet man mehrgängige Schrauben an vielen großen Pressen, bey welchen man eine schnelle Bewegung beabsichtigt. Nahmentlich bedient man sich bey den Buchdruckerpressen einer viergängigen Schraube, weil eine eingängige Spindel bey der geringen Umdrehung, welche hier die Umstände gestatten, die den Abdruck bewirkende Platte (den Tiegel) nicht weit genug abwärts bewegen würde. Auch an den Durchschnitt- und Präge-

maschinen der Münzen findet man aus dem nähmlichen Grunde, und zur Schonung der Gänge, mehrgängige Schrauben. — Die zweygängigen Schrauben derjenigen Pressen, mit welchen in den Papierfabriken das noch nasse Papier sammt den Filzen ausgepreßt wird, zeigen die oben erwähnte merkwürdige Eigenschaft, daß sie auf eine gewisse Entfernung von selbst zurückgehen, wenn die pressende Gewalt nachgelassen hat, und die Elasticität des Papiers in freye Wirksamkeit tritt. — Ein auffallendes Beyspiel von der Anwendung mehrgängiger Schrauben, und von der Leichtigkeit, mit welcher sie sich in ihren Muttern gleichsam hin und her schieben lassen, gibt der in Fig. 26 (Taf. VIII) im Durchschnitt gezeichnete Bohrer, welcher für Klaviermacher und andere Arbeiter deßwegen von großer Brauchbarkeit ist, weil man mittelst desselben an solchen Orten bohren kann, wo dieses mit einem anders gestalteten nicht wohl angeht *). Das Hauptstück dieses Bohrers besteht in einer hölzernen Röhre, an welche bey m ein runder Knopf, und bey o eine messingene Hülse festgeschraubt ist. Im Innern der Röhre befindet sich eine zweygängige Schraube k l mit sehr stark steigenden Gängen, und eine darauf wirkende Spiralfeder k m. Die Schraube ist an ihrem untern Ende mit der runden eisernen Spindel l p vereinigt, in welche man bey p die Bohrspitze einsteckt. Ihre Mutter befindet sich bey n, in Gestalt eines runden eisernen Plättchens, welches zur Seite auch abgesondert zu sehen ist. Der Gebrauch des Bohrers ist außerordentlich einfach, und besteht bloß in einem schnell und oft wiederhohlten Drücken auf den Knopf m, während die Bohrspitze gegen das Arbeitsstück gestemmt wird. Bey jedem Drucke bewegt sich die Schraubenspindel k l in ihrer Mutter n zurück, und bewirkt durch die hierbey nothwendig von selbst ent-

*) Ein Exemplar dieses, wie ich glaube, von einem englischen Künstler erfundenen, Bohrers befindet sich in der Sammlung von Musterwerkzeugen, welche einen Theil des am k. k. polytechnischen Institute bestehenden National-Fabriksproducten-Kabinets ausmacht.

stehende Drehung auch die Drehung der bey p befestigten Bohrspitze; sobald man aber nachläßt, treibt die Feder k m die Schraube nebst der Spindel l p wieder hinaus, und dreht somit den Bohrer nach der verkehrten Richtung zurück. Da dieser gewiß sehr überraschende Erfolg einzig durch die Gestalt der Schraube möglich wird, so habe ich es nicht unnöthig gefunden, einen Theil bey r r in natürlicher Größe abzubilden. Die flachen und stark steigenden Gänge dieser Schraube sind dadurch entstanden, daß man ein flaches Eisenstängelchen bis auf einen gewissen Grad zusammengedreht hat. (Diese Verfertigungsart wählt man hier bloß der Einfachheit, keineswegs aber ihrer Vorzüglichkeit wegen). — Die in Fig. 2 (Taf. IX) gezeichnete, aus Frankreich stammende, und von dem Mechaniker, Herrn Huck in Wien vortrefflich ausgeführte Siegelpresse verdankt ihre Haupt-Wirksamkeit gleichfalls einer mehr- und zwar sechsgängigen Schraube, a, an welcher das Siegel e befindlich ist, und die mittelst des Griffes g in ihrer Mutter nur niederwärts bewegt zu werden braucht, während die Feder c das Zurückgehen bewirkt. Ein an dieser Feder sitzender Lappen d ist in das (messingene) Gestell der Presse eingelassen, und mittelst eines durchgesteckten Stiftes befestigt. Der vordere Theil der Feder ist gabelförmig gespalten, umfaßt das Siegel nebst dem untern Ende der Schraube, und verhindert solchergestalt die Drehung des erstern, während die letztere sich bewegt. — Dieser und der vorhergehende Fall geben deutliche Beyspiele von dem Zurückweichen mehrgängiger Schrauben durch bloßen Druck. — Endlich findet man mehrgängige Schrauben an gewissen Arten von englischen Korkziehern, von denen im nächsten §. die Rede seyn wird. — In allen angegebenen Fällen sind die mehrgängigen Schrauben von Eisen. Hölzerne Schrauben mit mehrfachen Gewinden sind bis jetzt nicht angewendet worden. Herr Professor G. Altmütter in Wien ließ dergleichen zuerst verfertigen, und, von ihrer Nutzbarkeit überzeugt, bedienen sich schon einige hiesige Böttcher-Meister derselben bey gewissen Werkzeugen, zu welchen man bisher einfache Schrauben angewendet hatte.

§. 70.

Von der Verschiedenheit der Schrauben in Rücksicht auf die Lage ihrer Gänge gegen die Axe der Spindel.

In Rücksicht auf die Lage der Gänge gegen die Axe der Spindel unterscheidet man rechte und linke Schraubengewinde. Rechte Schrauben nennt man jene, deren Gänge von der linken Seite gegen die rechte zu steigen (Taf. VIII, Fig. 21 bis 25); im entgegengesetzten Falle heißen sie linke Schrauben (Fig. 27). — Der einzige Unterschied, der beym Gebrauch zwischen rechten und linken Schrauben Statt findet, besteht darin, daß sich die ersteren, wenn sie nach einer gewissen Richtung umgedreht werden, vorwärts bewegen, indeß die letztern, nach derselben Seite gedreht, zurück gehen. Alles bisher von den Schrauben überhaupt Gesagte gilt demnach sowohl von rechten als linken Gewinden.

Alle Schrauben, die man gewöhnlich braucht, sind rechte; hieran ist keineswegs die Nothwendigkeit, sondern einzig die uralte Convenienz und Gewohnheit schuld. Linke Schrauben wendet man selten an, und zwar nur in solchen Fällen, wo rechte Gewinde den beabsichtigten Zweck nicht erfüllen würden. Beyspiele dieser Art kommen dem practischen Mechaniker und Technologen hin und wieder vor, und um einen Begriff von der Anwendung linker Schrauben zu geben, will ich auch hier mehrere aufführen. Ein sehr gewöhnliches ist das nachstehende. Man weiß, daß bey vielen Kutschen die Räder an den Axen durch vorgelegte Schraubenmuttern (statt der z. B. bey Lastwägen üblichen Vorsteknägel) vor dem Herabgehen gesichert werden. Es sey (Taf. IX, Fig. 7) a ein Rad von der linken Seite des Wagens, welches sich beym Fahren in der Richtung des Pfeiles umdreht, b c die Axe desselben, und d die vorgeschraubte Mutter. Natürlich wird sich bey der Bewegung des Wagens das Rad an der ihm zugekehrten Fläche der Mutter reiben. Da nun das Rad nur lose an der Axe steckt, diese letztere selbst aber fest ist,

so kann nichts Anderes geschehen, als daß die Mutter etwas von dem Rade nach derselben Richtung mit umgedreht wird. Wäre nun an b und in der Mutter ein rechtes Gewinde, so würde die letztere sich aufschrauben, und das Rad in Gefahr kommen, von der Axe weggeschleudert zu werden. Um dieß zu verhindern, macht man ein linkes Gewind, und die Mutter wird sich also statt auf- nur desto fester zuschrauben. Aus derselben Ursache müssen die Muttern auf der rechten Seite des Wagens rechte Gewinde haben *). — Ein anderes Beyspiel von dem Gebrauche linker Schrauben findet sich an den sogenannten linken Drehstiften der Uhrmacher. Drehstifte werden von diesen Künstlern überhaupt benützt, um kleine Gegenstände, z. B. Räder und andere Uhrbestandtheile, die auf dem Drehstuhle rund abgedreht werden sollen, zu befestigen. Die Einrichtung dieser Hülfswerkzeuge kann aber nach dem Zwecke, wozu man sie nöthig hat, verschieden seyn, und ist es wirklich auch; doch kommen sie sämmtlich darin mit einander überein, daß sie mittelst zweyer Spitzen so in den Drehstuhl gelegt werden, wie Fig. 22 (Taf. VII) zeigt. Die hier ausführlicher zu erwähnenden linken Drehstifte bestehen aus einer dünnen Axe ac, woran die Rolle n zur Aufnahme der Schnur des Drehbogens, und außerdem noch eine runde messingene Scheibe b sitzt, welche dem abzudrehenden Arbeitsstücke als Basis dient. Räder, die mittelst dieser Vorrichtung sollen abgedreht werden, schraubt man auf den mit einem Gewinde versehenen Theil a des Drehstiftes, und läßt sie an der genannten Scheibe b mit einer Fläche anliegen. Da nun aber die Bewegung des Drehstiftes in dem Augenblicke, wo man den Grabstichel angreifen läßt, nach der auf der Rolle n durch einen Pfeil angezeigten Seite gerichtet ist, so würde durch den beym Abdrehen Statt findenden Widerstand das Arbeitsstück abgeschraubt werden, und mithin losgehen, wenn diesem Unfalle

*) Neuere englische Wägen sollen ein rechtes und ein linkes Gewinde hinter einander auf jeder Axe besitzen, um auch beym Rückwärtsfahren das Losgehen der Mutter zu verhindern.

nicht dadurch vorgebeugt würde, daß man der Axe bey a ein linkes Gewinde gibt, wovon eben der ganze Drehstift seinen Nahmen hat *). — Den großen beym Mühlenbau angewendeten Zirkeln gibt man öfter die in Fig. 1 (Taf. IX) gezeichnete Einrichtung. Durch eine Schraubenspindel a b, von welcher die eine Hälfte ein linkes, die andere ein rechtes Gewind besitzt, werden die beyden Schenkel A und B nach entgegengesetzten Richtungen aus einander oder gegen einander geführt, wenn man dieselbe vor- oder rückwärts dreht. Weil aber hierbey die Schraubenmuttern c, d, bey verschiedenen Oeffnungen des Zirkels auch eine verschiedene Lage annehmen müssen, damit die Spindel an keiner Stelle geklemmt werde, vereinigt man sie nicht ganz unbeweglich mit den Schenkeln A, B, sondern steckt sie mittelst eines runden Zapfens in ein Loch dieser letztern, wodurch ihnen die nöthige Beweglichkeit unbenommen bleibt. — Hierher gehören endlich gewisse, zuerst in England verfertigte Korkzieher, deren Einrichtung man aus Fig. 8 (Taf. IX) kennen lernt. Es sind daran zwey Schrauben zu bemerken, nähmlich eine rechte, viergängige, b b, woran der eigentliche Korkzieher (der sogenannte Wurm) c sitzt; und eine linke, fünfgängige, e e. Jene besitzt ihre Mutter im Innern von e e, diese in dem Stücke d. Zum Gebrauch wird der Korkzieher mit seinem unteren Theile, f, auf den Hals einer Flasche gesetzt; und nachdem die Schraube e e ganz in ihrer Mutter hinab bewegt worden ist, faßt man den Handgriff a, und dreht denselben einigemahl rechts herum. Dadurch bewegt sich zuerst die Schraube b b hinab, und der Wurm c wird in den Stöpsel versenkt; bey fortgesetztem

*) Bey großen Drehstühlen, so wie bey den Drehbänken, (an welchen letztern die Befestigung der sogenannten Futter auch mit Schrauben geschieht), ist diese Vorsicht unnöthig, weil hier die ganze Dreh-Vorrichtung verkehrt steht, die Arbeit dem Drehenden zur linken Seite sich befindet, und daher ein gemeines rechtes Gewind beym Drehen sich von selbst fester zuschraubt.

Drehen zieht sich aber die linke Schraube e hinauf, und reißt mithin den Stöpsel aus der Flasche. Da die Schrauben sehr stark steigende Gänge haben, so gehen beyde Verrichtungen mit hinreichender Schnelligkeit vor sich. Will man endlich auch den Wurm c aus dem Stöpsel entfernen, so wird bey a verkehrt gedreht; die Schraube hh geht in das Innere von e zurück, und der Stöpsel fällt herab. Ein anderes Beyspiel von der nützlichen Anwendung linker Schrauben kommt (§. 122) vor *).

Zweyte Abtheilung.

Anwendungen der mechanischen Elemente, derer man sich bey der Ausführung von Maschinen zu gewissen allgemeinen Zwecken bedient.

Erste Unterabtheilung.

Vorrichtungen, welche zur Fortleitung der Bewegung mit veränderter oder unveränderter Geschwindigkeit bestimmt sind.

I. Schnurräder.

§. 71.

Eines der einfachsten Mittel zur Fortpflanzung der Bewegung sind Schnur- oder Seilräder, welche mit Hülfe ei-

*) Hier darf ein merkwürdiger Versuch des Hrn. Prof. G. Altmütter nicht unerwähnt bleiben. Die Idee, ein rechtes und linkes Schraubengewind an einer und der nähmlichen Spindel

ner um ihren Umfang gelegten, an beyden Enden zusammengeknüpften (daher endlosen) Schnur umgedreht werden. Man überträgt die Bewegung eines solchen Rades auf ein anderes, mehr oder weniger weit entferntes, indem man die Schnur um beyde legt (Taf. VIII, Fig. 28). Die Peripherie eines jeden Rades hat zu diesem Zwecke eine vertiefte Rinne (den Schnurlauf) worein die Fig. 29 abgebildete Schnur ohne Ende zu liegen kommt (Fig. 30).

Die Bewegung von Rädern durch Schnüre ist eine Folge der Reibung, welche diese an dem Umfange der Räder erleiden. Jede Stelle des Radumfanges reibt sich nähmlich an der Schnur; der Umfang des Rades, von dem die Bewegung ausgeht, schiebt demnach eine ihm gleiche Länge der Schnur vorwärts, und dreht wieder das zu bewegende Rad auf eine gleiche Länge des Umfanges um. Sind also zwey durch eine Schnur ohne Ende verbundene Räder gleich groß, so wird jedes in der nähmlichen Zeit einmahl herumkommen, ihre Bewegung also gleich schnell seyn. Sind aber die Räder von verschiedener Größe, so wird sich das kleinere schneller drehen als das große, und zwar um so schneller, je kleiner es im Verhältniß gegen das andere ist. Die Zahl der Umdrehungen des kleinen Rades, während einer Zeit, in welcher das große einen Umlauf macht, wird man finden, wenn man untersucht, wie oft der Umfang des kleinen Rades in dem Umfange des großen enthalten ist. Da aber die Größe des Umfanges durch die Länge des Halbmessers bestimmt wird, so kann

---

zu vereinigen, ist gewiß sinnreich; höchst überraschend aber ist der Erfolg davon. An einer rechten Schraube, die man überdieß noch mit einem linken vertieften Gewinde zu versehen unternimmt, durchschneidet jeder Gang des letztern einen jeden Gang des ersten Gewindes an zwey Stellen des Umfanges, vorausgesetzt, daß beyde Gewinde gleiche Feinheit und gleichen Grad des Steigens haben. Eine solche Spindel bewegt sich aber mit derselben Leichtigkeit in einer rechten und in einer linken Mutter. Wohl möglich, daß solche Schraubenzwitter einmahl nützliche Anwendung finden.

man dieses Gesetz auch folgender Maßen ausdrücken: Die Zahlen der Umdrehungen zweyer mit einander verbundenen Schnurräder in gleich langer Zeit verhalten sich, wie umgekehrt die Längen ihrer Halbmesser. Von zwey solchen Rädern demnach, von denen das eine 6 Zoll, und das andere 18 Zoll im Halbmesser hat, wird sich das erste dreymahl so schnell drehen als das letzte. Dieser Satz ist von grosser Wichtigkeit für jene Fälle, wo man Schnurräder anwendet, indem man es dadurch in seiner Gewalt hat, einem Rade jede beliebige Geschwindigkeit zu geben.

Wenn die Schnur auf die in Fig. 28 gezeichnete Art um sie gelegt ist; drehen sich beyde Räder nach einer und der nähmlichen Richtung. Umgekehrt ist der Fall bey einer gekreuzten Schnur (Fig. 31), welche eine Bewegung der Räder gegen einander zur Folge hat. Mithin steht es in der Gewalt des Mechanikers, sowohl die Schnelligkeit als die Richtung der durch Schnurräder fortgepflanzten Bewegung beliebig beyzubehalten oder zu ändern.

§. 72.

Im vorigen §. ist gesagt worden, daß es die Reibung der endlosen Schnur an dem Radumfange sey, welche eine Bewegung der Schnurräder hervorbringt. Wird durch was immer für einen Umstand, als z. B. durch längeren Gebrauch (wobey sich die Schnur und der Umfang des Rades glatt laufen) oder durch zufälliges Nachlassen der Schnur, jene Reibung beträchtlich vermindert, so hört die Bewegung auf. Man hilft diesem Fehler ab, indem man den Umfang des Rades mit eigens hierzu angebrachten Rauhigkeiten (kleinen metallnen Spitzen u. dgl.) versieht; durch Bestreichen mit Kolophonium oder Kreide; oder endlich durch Befeuchten der Schnur, wobey sich dieselbe einzieht und kürzer wird. Manchmahl hat man auch besondere Vorrichtungen, durch welche die Schnur beliebig gespannt, und so an den Umfang der Räder angedrückt werden kann. Die Hauptsache eines jeden solchen Mechanismus besteht darin, daß sich das eine der beyden Räder nach Erforderniß von

dem Zapfen entfernen, oder auch denſelben nähern läßt. Bey den gemeinen Spinn- und Spulrädern geſchieht dieſes auf die bekannte Art durch eine Schraube oder durch einen Keil. An den Drehbänken, deren Räder gewöhnlich in Spitzen laufen, findet man die Fig. 3 (Taf. IV) abgebildete Einrichtung zum Spannen der endloſen Schnur. Die beyden Schrauben a a, zwiſchen welchen die Nabare gehalten wird, laſſen ſich hier in ein paar Ausſchnitten des Geſtelles höher und tiefer ſtellen, und durch Schraubenmuttern, m m, in der erforderlichen Lage befeſtigen. Durch dieſe und ähnliche Vorrichtungen kann aber begreiflicher Weiſe nur eine kurz dauernde Abhülfe verſchafft werden, und man iſt von Zeit zu Zeit genöthigt, das Spannen zu wiederhohlen. Außerdem lehrt die Erfahrung, daß eine zu ſtarke Spannung der Schnur der Bewegung ebenfalls hinderlich iſt, weil ſie die Reibung bis auf einen übertriebenen und ſchädlichen Grad ſteigert. Um nun ſowohl eine zu ſtarke oder zu ſchwache Spannung zu vermeiden, als auch um das öftere Spannen der Schnur zu erſparen, hat der Engländer T. Lane eine Vorrichtung angegeben, welche die Schnur ohne Mitwirken des Arbeiters immer von ſelbſt in mäßiger Spannung erhält. In Fig. 3 (Taf. X), wo dieſelbe im Aufriſſe gezeichnet iſt, bedeutet a das Schwungrad einer Drehbank, deſſen mittelſt eines Fußtrittes und einer Kurbel hervorgebrachte Bewegung auf die an der Spindel ſitzende Rolle b übertragen wird. Die Schnur h, welche dieſe Uebertragung bewirkt, und bey den gewöhnlichen Drehbänken kreuzweiſe (wie in Fig. 31, Taf. VIII) geſchlagen iſt, wird hier auf eine etwas abweichende Art angebracht. Sie iſt nähmlich nicht nur um das Rad a, und um die Rolle b an der Spindel, ſondern außerdem noch um eine zweyte Rolle, oder ein kleines Rad, c, gelegt, deſſen Zapfen in dem gabelförmig geſpaltenen Ende des zweyarmigen Hebels e liegen. Vollkommen deutlich wird dieſe Einrichtung aus Fig. 4, wo die Schnur abgeſondert gezeichnet iſt. Die Hauptſache — die Spannung der Schnur — wird durch ein, am zweyten Arme des Hebels e angebrachtes Gewicht g,

dessen Schnur bey k über eine kleine Rolle läuft, auf eine solche Art bewirkt, daß das Schlappwerden derselben vollkommen vermieden bleibt. Jedesmahl nähmlich, wenn die Schnur sich ausdehnt oder zusammenzieht, sinkt oder steigt das Gewicht, welches zugleich die Rolle c von b entfernt hält. Nach Bedürfniß kann man den Zapfen des Hebels in einen der obern oder untern Einschnitte des Gestelles d d legen.

§. 73.

Statt der zwey Räder vereinigenden Schnur wendet man oft auch einen, an beyden Enden zusammengenähten oder zusammengeschnallten, Riemen an, weil die Reibung dabey größer, und die Bewegung also sicherer ist. Bey dieser Gelegenheit gibt man den Rädern nicht immer eine förmliche Rinne auf der Stirn, sondern man schlägt nur zu beyden Seiten mehrere Stifte ein, um das Herabgehen des Riemens zu verhindern, oder macht auch die Stirn selbst rund (d. h. in der Mitte höher) damit der Riemen besser aufliege. — In Fällen, wo die Reibung einer einfachen Schnur zur Bewegung nicht vollkommen hinreichen würde, bedient man sich einer solchen, welche über jedes Rad zweymahl geschlagen ist; und dann haben auch die Räder eine doppelte Rinne auf ihrer Stirn (Taf. IX, Fig. 9). Ebenfalls in der Absicht, der Reibung nachzuhelfen, und die Bewegung sicherer zu machen, reiht man oft kleine Kügelchen an die Schnur, die man durch Knoten vor dem Hin- und Herschieben verwahrt; dem Umfange der Räder aber gibt man halbkugelförmige Vertiefungen, in welche sich jene Kügelchen hinein legen, und so das stete Herumdrehen der Räder bewirken (Taf. IX, Fig. 13). Hier verdient auch die Erfindung des Engländers William Davis erwähnt zu werden, der bey seiner (1820) patentirten Tuchschermaschine (Repertory of Arts August 1821) statt einer Schnur einen endlosen (d. h. an seinen Enden vereinigten) Streifen dünnen Kupferbleches anbrachte, und denselben mit eingenieteten Spitzen versah, welche in regelmäßige Vertiefungen der Räder eingreifen sollten. Bey großen Maschinerien werden statt der

Schnüre Ketten in Anwendung gesetzt, die in kleinen, am Umfange der Räder befindlichen, eisernen Gabeln liegen. Diese verursachen aber wegen ihrer Schwere, wegen des beständigen Geraſſels, und der durch sie bewirkten schnellen Abnutzung immer große Unbequemlichkeiten. Viele Vorzüge haben in dieser Rücksicht vor den gemeinen Ketten die Vaucanson'schen Bandketten, von welcher Art in Fig. 30 (Taf. VIII) einige Glieder nach zwey verschiedenen Ansichten abgebildet sind. Sie haben den Vortheil, daß sie sich nicht ziehen und drehen, und daher eine sehr sichere Bewegung geben. Sie kommen unmittelbar auf die Peripherie des Rades zu liegen, welche mit Zapfen oder Zähnen besetzt seyn kann, deren jeder in die Oeffnung eines Kettengliedes (a) eingreift (Taf. IX, Fig. 12). Bey dieser Construction kann, begreiflicher Weise, das Rad, von welchem die Bewegung ausgeht, keinen Theil seiner Umdrehung vollbringen, ohne die Kette, und durch sie das zweyte Rad, mit zu nehmen; es wird mithin jenes Schleifen der Schnur vermieden, welches aus einer oft genug eintretenden Verminderung der Reibung entsteht. Man verfertigte die Bandketten früher von starkem Eisendraht theils aus freyer Hand, bloß mit Hülfe weniger Werkzeuge, theils mit einer von Vaucanson zu diesem Ende angegebenen, sehr complicirten Maschine. Seit wenigen Jahren aber hat der Schlosser, Eustach Seider in Wien, ein paar andere Maschinen erbaut, mit welchen er solche Ketten von der größten Gleichheit und Genauigkeit verfertigt. — Für viele Fälle sind auch die sogenannten Gelenkketten sehr brauchbar. Ihre Gestalt wird durch die Fig. 22 (Taf. XIV) versinnlicht. Die Glieder derselben sind mittelst durchgesteckter und vernieteter oder verschraubter eiserner Stifte verbunden; sie können sich daher nur nach einer Seite krümmen, während sie nach der andern vollkommen steif sind. Manchmahl gibt man einem jeden Gliede einer solchen Kette einen dreyeckigen Zahn, und dem Rade, um welches sie gelegt wird, mehrere eben so geformte Einschnitte, um die Bewegung sicherer zu machen (Taf. IX, Fig. 11). —

§. 74.

In manchen Fällen ist es nothwendig, daß man einem Maschinentheile, der durch ein Schnurrad umgedreht wird, nach Belieben eine größere oder geringere Geschwindigkeit geben könne, ohne ein neues Rad anbringen zu müssen. Die einfachste Art, dieses zu bewirken, die auch an vielen Drehbänken gefunden wird, besteht darin, daß man mehrere Rollen von verschiedener Größe neben einander (d. h. an einer und derselben Axe) anbringt (Taf. IX, Fig. 15). Je nachdem die Schnur über eine größere oder kleinere dieser Rollen gelegt wird, erhält man eine langsamere oder schnellere Bewegung. — Für gewisse Fälle kann auch die in Fig. 14 (Taf. IX.) abgebildete Einrichtung getroffen werden. Ein an seinen Enden zusammengeschnallter Riemen a ist hier über zwey hölzerne abgestutzte Kegel gelegt, die die Stelle der Räder vertreten. Jeder von diesen beyden Kegeln dreht sich um so schneller, je näher der Riemen seinem dünneren Ende gebracht wird, weil der Durchmesser des andern Kegels in eben dem Verhältnisse größer wird. Wenn der Riemen sich in b befindet, dreht sich der obere Kegel bedeutend langsamer als der untere; der umgekehrte Erfolg findet dann Statt, wenn der Riemen in a ist. In den englischen Geschirrfabriken soll man sich zur Bewegung der Töpferscheiben dieser Vorrichtung bedienen.

Der Engländer Andrew Flint hat zwey Arten von Rädern angegeben, deren Schnurlauf nach Belieben vergrößert oder verkleinert werden kann. Die einfachere davon ist auf Taf. IX, Fig. 16 gezeichnet. A zeigt die vordere, B die hintere Seite des Rades, welches aus dem Kranze a, und aus zwölf Speichen, bbb, zusammengesetzt ist. Der Schnurlauf besteht aus einzelnen Theilen cc, deren jeder in einem langen Ausschnitte einer Speiche beweglich ist, und sich so dem Mittelpunkte des Rades nähern, oder von ihm entfernen läßt. Diese Bewegung der einzelnen Theile auf eine leichte und gleichförmige Art zu bewirken, ist das Hauptverdienst der vorliegenden Erfindung. Jedes Stück des Schnurlaufes ist nähmlich an seinem hintern Theile von einer Schraubenmutter durchbohrt. Die dazu gehörigen Schrau-

benſpindeln ii ſind an beyden Enden ſo eingelaſſen, daß ſie ſich wohl drehen können, dabey aber nicht von der Stelle kommen (§. 65). Durch dieſes Mittel bewirkt man, daß ſich beym Drehen der Spindel bloß die Mutter, mit dem Stücke des Schnurlaufes c, bewegt, und zwar entweder ſich dem Mittelpunkte des Rades nähert, oder von ihm entfernt, je nachdem die Schraube nach einer oder nach der andern Richtung umgedreht wird. Jede Schraubenſpindel trägt an dem der Radwelle d zugekehrten Ende ein kleines Kegelrad (§. 78.) n, und alle dieſe Räder greifen mit ihren Zähnen in einander ein. Dieſe Einrichtung iſt in Fig. 17 beſonders gezeichnet. Die Buchſtaben a, b, c, d, i, n ſind mit jenen in Fig. 16 gleichbedeutend, g iſt der Schnurlauf. Der Nutzen dieſer ganzen Vorkehrung liegt deutlich vor Augen. Wenn man (mittelſt einer bey e anzuſteckenden Kurbel f, Fig. 17) auch nur eine von den Schrauben umdreht, ſo kommen eben ſo alle übrigen durch den Eingriff der Räder m n in Bewegung. Weil aber immer ein Rad ſich rechts, das nächſte links dreht, ſo muß man durchaus eine rechtgängige Schraube mit einer linkgängigen abwechſeln laſſen, damit alle Theile des Schnurlaufes c nach einer und der nähmlichen Richtung ſich bewegen. Gegen die Anwendbarkeit der beſchriebenen Vorrichtung läßt ſich hauptſächlich die Koſtbarkeit derſelben, ſo wie der Umſtand einwenden, daß (da der Schnurlauf keine Kreislinie, ſondern ein Vieleck bildet) die Bewegung nicht ſehr ſanft ſeyn kann.

Eine ebenfalls ſehr ſinnreiche Conſtructionsart eines beliebig zu vergrößernden Rades, welche von dem Engländer Farey herrührt, iſt auf Taf. X, in Fig. 7, 8 und 9 gezeichnet. Man denke ſich zwey gußeiſerne Räder, jedes mit ſechszehn Armen, welche eben ſo viele, gleich große Oeffnungen zwiſchen ſich laſſen. Auf jedem Arm iſt ein dreyeckiges Bretſtück d (Fig. 8) mittelſt vier Schrauben befeſtigt. Um dieſe Stücke ganz unbeweglich zu machen, iſt jedes derſelben mit einer Nuht o f (Fig. 10) auf eine hervorſpringende Rippe des betreffenden Radarmes geſchoben. In Fig. 9 ſind von zweyen dieſer Arme die Holzſtücke abgenommen, und man ſieht hier ſowohl die Schraubenlöcher, als die erwähnten Rippen.

Es ist klar, daß, wenn die beyden Räder auf ihrer gemeinschaftlichen Axe B B gegen einander geschoben werden, die Holzstücke des einen in die leeren Räume des andern passen, sie ausfüllen, und so einen förmlichen Schnurlauf t t (Fig. 7) bilden müssen, dessen Umfang sich vergrößert und verkleinert, wenn man die Räder mehr in einander, oder weiter aus einander schiebt. Um eine solche Verschiebung zu gestatten, haben beyde Räder einen Hals oder eine Röhre g, womit sie locker auf der Axe stecken. Durch eine Nuht in der Axe, und eine darein passende Feder in dem Halse verhindert man jedoch die Räder, sich ohne die Axe zu drehen. Will man die Verschiebung bloß mit der Hand unmittelbar bewirken, so gehören einige Schrauben z z (Fig. 7) dazu, um die Räder wieder festzustellen. Bequemer aber ist folgende Vorrichtung zur Regulirung der Größe des Schnurlaufs, welche man in Fig. 8 und 9 mit abgebildet sieht. Sie besteht in ein paar Schraubenspindeln a a (Fig. 8), welche bey b und b in einem der zwey Räder ihre Muttern haben. Jede dieser Spindeln trägt ein gezahntes Rad, c, und ein drittes solches Rad, h, ist locker auf die Axe B B gesteckt, damit es sich ohne dieselbe drehen, und die Bewegung derjenigen Schraubenspindel, welche man an ihrem Kopfe umdreht, auf die andere übertragen könne. Beyde Schrauben wirken unter diesen Umständen auf ihre Muttern, und schieben mithin dasjenige Rad, in welchem die letztern sich befinden, vor- oder rückwärts. Daß hierdurch aber der Schnurlauf eine Veränderung seines Umfanges erleidet, wissen wir schon.

§. 75.

Da die Schnurräder die Fortpflanzung einer Bewegung selbst auf größere Entfernungen, und in jeder beliebigen Geschwindigkeit möglich machen (§. 71), so bedient man sich ihrer außerordentlich häufig bey Maschinen aller Art, wo man eine drehende Bewegung nöthig hat. Beyspiele ihrer Anwendung finden sich an Drehbänken, Spinn- und Spulrädern, Schleifsteinen, Krämpelmaschinen, Spinnmaschinen, Zwirnmühlen u. s. w. In den meisten dieser Fälle sind die Schnurräder von

ſener einfachen Einrichtung, welche wir bis jetzt ausſchließlich beſprochen haben, wobey nähmlich die Räder paarweiſe durch eine Schnur verbunden ſind. Dieſe Conſtructionsart iſt aber bey weitem nicht die einzig mögliche. Man kann auch von einem einzigen großen Rade aus mehrere kleinere zugleich in Bewegung ſetzen, indem man dem erſteren mehrere Schnurläufe, und eben ſo viele Schnüre gibt, deren jede mit einem andern kleinen Rade in Verbindung ſteht. Doch würde dieſe Einrichtung bey ſolchen Maſchinen, wo die Anzahl der kleinen Räder (oder Rollen) ſehr bedeutend iſt, außerordentlich viele Umſtändlichkeiten verurſachen. Man bedient ſich deßwegen ſtatt der vielen Schnüre einer einzigen Schnur, welche gemeinſchaftlich um das Rad, von welchem die Bewegung ausgeht, und um alle kleinen Rollen, geſchlungen iſt. Denn da es überhaupt nur darauf ankommt, daß ſich die Schnur (oder der ſtatt ihr angewendete Riemen) an allen zu bewegenden Rollen oder Rädern reibe, ſo iſt eben nicht nothwendig, daß dieſe von der Schnur ganz umfaßt werden, ſondern dazu reicht oft ſchon eine geringe Berührung hin. Fig. 6 (Taf. X), wo die kleinen Rollen cc ſämmtlich von dem Rade a aus in Umdrehung geſetzt werden, zeigt die für dieſen Behuf nöthige Leitung der Schnur. Dieſer Mechanismus findet ſich angewendet bey den Drehmaſchinen oder Traillirwerken der Baumwollſpinnereyen, wo die zur Aufnahme der Baumwollhänder beſtimmten blechernen Flaſchen mittelſt desſelben langſam umgedreht werden; bey den ſogenannten ovalen Zwirnmühlen u. ſ. w. Man braucht ihn aber auch ſonſt ziemlich häufig, und ſogar in einem ſehr gemeinen Falle, nähmlich bey dem Seilerrade (Taf. X, Fig. 5), welches zum Spinnen einzelner Fäden, und zum Zuſammendrehen mehrerer derſelben, bey der Verfertigung des Bindfadens, dient. Dieſes Werkzeug beſteht aus einem beyläufig 3 Fuß im Durchmeſſer haltenden Rade cd, welches durch eine Kurbel umgedreht werden kann, und in einem zweckgemäß eingerichteten Geſtelle a b. Am obern Theile dieſes Geſtelles befindet ſich der ſogenannte Hakenkopf,

der aus zwey, parallelen, durch ein paar Zapfen mit einander verbundenen, oben zugerundeten Bretern a e besteht, zwischen welchen in einem Halbkreise drey, vier oder mehrere hölzerne Rollen liegen, deren Axen dort, wo sie aus dem Brete e hervorstehen, zu Haken, g, umgebogen sind. Die endlose Schnur läuft um das Rad c d, so wie um die Rollen im Hakenkopfe, und bewirkt, daß, wenn das erstere gedreht wird, sich auch die letztern mit den Haken sämmtlich nach der nähmlichen Richtung umdrehen. Weil sich die Schnur nach Beschaffenheit der Witterung zu verschiedenen Zeiten ausdehnt oder zusammenzieht, so kann, um diese Veränderung auszugleichen, der ganze Hakenkopf mit seinen Zapfen f in dem Gestelle des Rades auf und ab verschoben, und nach Befinden durch vorgesteckte Keile befestigt werden. — Wenn der Seiler Willens ist, mittelst dieses Rades aus Flachs oder Hanf einzelne Fäden zu spinnen, so trägt er eines dieser Materialien in seiner Schürze mit sich, befestigt den davon ausgezogenen Faden an einem der Haken g, und geht, während das Rad von einer zweyten Person umgedreht wird, rückwärts, indem er zugleich den Faden immerfort verlängert. Ein ähnliches Verfahren wird bey dem Zusammendrehen mehrerer Fäden, deren jeder an einem Haken des Kopfes a e fest gemacht ist, befolgt. — Fig. 22. (Taf. IX) zeigt die Art, wie man bey Schleifmaschinen mehrere Räder durch eine einzige Schnur in Bewegung setzt. Diese Schnur ist nähmlich zweymahl gekreuzt, und geht nicht nur um das grosse Rad a, welches mittelst einer Kurbel gedreht wird, sondern zugleich auch um die beyden kleinern Räder b b, an deren Axen sich die Schleifsteine befinden. — Bey den Zwirnmühlen, jenen Maschinen, durch deren Hülfe man eine grosse Zahl von Zwirnfäden auf einmahl verfertigt, wird die Bewegung der sämmtlichen Spulen ebenfalls durch eine endlose Schnur, oder einen dergleichen Riemen, hervorgebracht. Die gewöhnlichste und auch die beste Art dieser Maschinen sind die sogenannten parallelen oder viereckigen Zwirnmühlen, bey welchen die Spulen in zwey parallel stehende gerade Reihen abgesondert sind, während sie bey den ovalen Mühlen

in einem länglichen Oval, bey den runden gar in einem Kreise um die Haspel stehen. Fig. 23 (Taf. IX) stellt die Einrichtung vor, durch welche bey der parallelen Mühle den Spulen die drehende Bewegung mitgetheilt wird. Der über zwey Räder a a gelegte Riemen berührt im Vorbeygehen die an den Axen der Spulen befestigten Rollen c, c, c, und wird durch mehrere andere Rollen b b gegen dieselben angedrückt, so daß er nie aufhören kann, sich daran zu reiben. Um den Riemen nach Bedürfniß spannen zu können, lassen sich entweder die Rollen b verstellen, oder es ist dieses mit dem einen von den Rädern a der Fall. Allein ungeachtet dieser Vorkehrung besitzt der beschriebene Mechanismus doch immer den großen Fehler, daß die Spulen durch das bloße Vorbeystreifen des eigentlich nicht um sie herumgeschlungenen Riemens nur selten eine ganz gleichförmige Bewegung erhalten. Hier wendet man deßwegen mit Vortheil die (§. 73) erwähnten Vaucanson'schen Ketten an, und versieht zu diesem Ende die Axe einer jeden Spule mit einer Art von Zahnrad (wie Fig. 12). — Ein merkwürdiges Beyspiel von der Anwendung der Schnurräder liefern die Kratz- oder Krämpelmaschinen, bey welchen die von einer Hauptwalze ausgehende Bewegung allen übrigen Cylindern bloß durch solche Räder mitgetheilt wird. Zur Erläuterung habe ich in Fig. 1 und 2 (Taf. X) eine Schafwoll-Krämpelmaschine von der zusammengesetztesten Art nach zwey entgegenstehenden Ansichten abgebildet. In diesen Zeichnungen ist, um die Uebersicht der Theile nicht zu erschweren, das ganze Gestell der Maschine weggelassen, da es ohnehin zum Wesen derselben nichts beyträgt. Ueber den Vorgang beym Gebrauch dieser Vorrichtung finde ich hier nur Folgendes zu bemerken nöthig. Die gehörig durch Waschen und Einfetten vorbereitete Wolle legt man portionenweise auf den Zuführer, ein über zwey Walzen a und b nach Art einer endlosen Schnur gespanntes Tuch, worauf dieselbe der Maschine entgegengeführt wird. Eine kleine, mit Drahtzähnen versehene Walze c nimmt sie hier auf, und gibt sie an die nächste Walze d, welche, nebst

noch drey andern Cylindern, e, f, g, mit Krämpeln überzogen ist. Zwischen diesen und einem großen Cylinder h, der gleichfalls mit Krämpeln ganz bedeckt ist, wird die Wolle das erste Mahl gekratzt, und sie würde nach dieser Operation sogleich von der Maschine abgenommen werden können, wenn nicht, um die Auflockerung zu vollenden, eine Wiederhohlung des Krämpelns nöthig wäre. Zu diesem Behufe wird durch eine Walze i die Wolle von h abgenommen, und der zweyten Krämpelmaschine überliefert, welche wieder aus einer großen Walze o, und vier darüber befindlichen kleineren, k, l, m, n, besteht, durchaus aber feinere und enger stehende Drahthäkchen besitzt, als die erste. Alle nun noch folgenden Theile der Maschine dienen bloß zum Abnehmen der Wolle, und zur Verwandlung derselben in lange runde Wülste (Locken), welche sogleich zum Verspinnen tauglich sind. Eine nur streifenweise mit Krämpeln bezogene Walze p nimmt zuerst die gekrämpelte Wolle in sich auf, und führt sie bey ihrer Umdrehung einem horizontalen Kamme q entgegen, der durch seine schnell auf und niedergehende Bewegung das Auskämmen verrichtet, und die Wolle auf einen rund ausgekerbten Cylinder r fallen läßt, der sie zwischen sich, und dem unter ihm befindlichen runden Boden zu den erwähnten Wülsten ausbildet. Die Bewegung der ganzen Maschine wird, von der Walze o aus, durch eine Kurbel hervorgebracht, und mittelst Schnurrädern auf die übrigen Theile fortgepflanzt. Zu diesem Behufe befinden sich an der ganzen Maschine zehn endlose Schnüre, wovon man in Fig. 1 fünf, und die andern fünf in Fig. 2 bemerkt. Ich werde nun versuchen, die Art, wie diese Schnüre gelegt sind, und ihre Wirkung nach der Ordnung deutlich zu machen. Unmittelbar von o aus werden bewegt: 1.) durch eine gekreuzte Schnur die Walze r (Fig. 2). 2.) Durch eine eben solche die Rolle x. An dieser befindet sich eine in der Zeichnung nicht sichtbare Kurbel, von welcher, mittelst einer sehr wenig complicirten Vorrichtung, der Kamm q auf und nieder gezogen wird. 3.) Die Walze h (Fig. 2). — 4.) Die Rolle (oder das Rad) v. — 5.) Die Walzen k und m

(Fig. 1). Die Rolle u dient hier bloß der Schnur zur Leitung, damit die zwischen o und m nöthige Kreuzung möglich werde. — Die unter der Maschine durchgehende Axe von v trägt am entgegengesetzten Ende (Fig. 1) zwey Rollen, s, t, von welchen aus mittelst zweyer Schnüre: 6.) die Walze p, und 7.) die Walze i in Bewegung gesetzt werden. — Von i aus wird auf der einen Seite (Fig. 1) durch eine gekreuzte Schnur: 8.) die Walze c mittelst eines an ihrer Axe sitzenden Rades; und auf der andern Seite (Fig. 2) durch eine dreymahl gekreuzte, über die Leitungsrolle w gelegte Schnur: 9.) die Walzen g, l und n umgedreht. Endlich empfangen 10.) die Cylinder d, e, f (Fig. 1) ihre Bewegung von h aus. — An der ganzen Maschine sind nur zwey gezahnte Räder, wodurch die Walze c (Fig. 2) auf b, und mithin auf den Zuführer, bewegend einwirkt.

Bey allen bisher angezogenen Beyspielen liegen die durch endlose Schnüre mit einander verbundenen Räder in einer und derselben (horizontalen oder vertikalen) Ebene. Es ist aber auch keineswegs unmöglich, durch Schnurräder eine senkrechte in eine horizontale Bewegung, und umgekehrt zu verwandeln, also die Bewegung unter einem Winkel fortzupflanzen; nur geht dieses nicht jederzeit an, und ist selten mit Vortheil verbunden. Ein paar zu dem genannten Zwecke brauchbare Mechanismen sind in Fig. 18 und 19 (Taf. IX) abgebildet.

§. 76.

Es gibt Fälle, wo eine Bewegung durch Reibung von Schnüren fortgeleitet, und andern Körpern mitgetheilt wird, ohne daß man sich deßwegen der Schnurräder bedient. Ich glaube diesen keinen bessern Platz als den gegenwärtigen anweisen zu können, da die Wirkung der hierbey gebräuchlichen Vorrichtungen ganz nach den oben (§. 71) gelehrten Gesetzen vor sich geht. An diese Stelle gehören, meiner Absicht nach, alle jene Mechanismen, wo durch Schnüre keine ununterbrochene, sondern eine abwechselnd hin und her gehende Bewegung hervorgebracht wird. Als solche erwähne ich hier die Wippen der Drehbänke (Taf. II, Fig. 13, §. 27), und die Drehbogen, mittelst de-

ter man die gewöhnlichen Metallbohrer, so wie die Arbeit in den Drehstühlen der Uhrmacher in Bewegung setzt. Ein Drehbogen dieser Art besteht aus einem gekrümmten Stücke Fischbein, Rohr oder Stahl, über welches eine Darmsaite gespannt ist. Indem man diese Saite um irgend einen runden Gegenstand schlingt, wird es möglich, diesen durch Hin- und Herziehen des Bogens in drehende Bewegung zu setzen. Fig. 20 auf Taf. IX, in welcher Zeichnung p den Bogen, und n den zu drehenden Gegenstand bedeutet, ist diese Vorrichtung abgebildet.

Aber auch zur Hervorbringung einer geradlinigen hin- und hergehenden Bewegung bedient man sich bey seltenen Gelegenheiten der Schnüre, welche hier freylich auf eine von der obigen ganz verschiedene Art wirken. Von dieser Art ist der in Fig. 21 (Taf. IX) gezeichnete Mechanismus, der bey den Buchdruckerpressen zur Bewegung des die Form tragenden Karrens, bey großen Mangen zur Bewegung des Kastens u. s. w. angewendet wird. Zwey Schnüre d, d', welche an zwey Seiten des beweglichen Stückes a befestigt sind, während sie mit ihren andern Enden nach entgegengesetzten Richtungen um eine Walze e sich wickeln, geben das Mittel, den Theil a längs seiner Unterlage b b zu führen. Wird nähmlich die Walze mittelst ihrer Kurbel rechts gedreht, so wickelt sich die Schnur d auf, d' aber ab, folglich bewegt sich a gleichfalls rechts, und kommt in die von der Zeichnung angegebene Lage. Dreht man hingegen die Walze links um, so wickelt sich d von derselben ab, d' windet sich um sie auf, und a geht in seine alte Lage zurück. (Hiermit hat die Vorrichtung, Taf. IV, Fig. 16, §. 40, die größte Aehnlichkeit).

Die Schäfte des gemeinen Weberstuhles (Taf. III. Fig. 8, kk, 11) sind mittelst Schnüren ss verbunden, von denen jede (gleich der in der Zeichnung sichtbaren) über eine Rolle i gelegt ist. Indem durch den betreffenden Fußschemel o einer von beyden Schäften hinabgezogen wird, geht der andere hinauf, weil ihn die Schnüre nach sich ziehen. Hierdurch entsteht die Theilung

der Kette in das Ober- und Unterfach, welche man durch die Linien e e angezeigt findet.

Zu den merkwürdigsten Arten, mittelst Schnüren Bewegung fortzupflanzen, gehört endlich jene, deren man sich bey der so genannten Rennspindel bedient, einem Bohrwerkzeuge, welches von den verschiedensten Metallarbeitern außerordentlich häufig angewendet wird. So wie in dem vorigen Beyspiele die drehende Bewegung der Walze in eine geradlinige des Stückes a verwandelt wurde, so geschieht hier gerade das Gegentheil: es wird nähmlich die ursprünglich geradlinige Bewegung der Hand in eine drehende des Bohrers verwandelt. Die Rennspindel (Taf. II, Fig. 21) besteht aus einer eisernen Spindel r, welche an ihrem obern Ende q ein Oehr, unten bey s hingegen eine Oeffnung zum Einstecken der Bohrspitze enthält. Diese Spindel geht zugleich durch ein Loch des hölzernen Armes o p, an welchem die beyden Enden einer durch das Oehr q gezogenen Schnur befestigt sind. Um mittelst dieser einfachen Vorrichtung die Spindel in Umdrehung zu setzen, hat man nur nöthig, die Schnur durch Umdrehung des Armes o p aufzuwickeln (wie in der Zeichnung bey r), und dann diesen Arm schnell mit der Hand abwärts zu ziehen. Die Schnur wird hierdurch gezwungen, sich abzuwickeln, was nur durch eine Drehung des Armes o p, oder der Spindel bewirkt werden könnte. Da nun jener von der Hand gehalten wird, so kann der Zug keine andere Wirkung, als die Umdrehung der Spindel q r s zur Folge haben. Diese Drehung dauert aber (wegen der Schnelligkeit des Zuges, und wegen des durch die Schwungscheibe n noch vermehrten Effectes) so lange, bis die Schnur nach der entgegengesetzten Richtung sich wieder aufgewunden hat, und das Ganze in eine der anfänglichen übrigens ganz gleiche Lage gekommen ist. In diesem Augenblicke wiederhohlt man den Zug, der dann die schon beschriebene Wirkung wieder hervorbringt, den Bohrer aber jetzt nach verkehrter Richtung dreht. Bey einiger Uebung ist man im Stande, dieser abwechselnd vor- und rückwärts gerichteten Drehung eine große Schnelligkeit zu geben.

II. Verzahnte Räder.

§. 77.

Wenn man zwey an ihrer Kante hinlänglich rauhe, kreisrunde Scheiben neben einander so befestigt, daß sie um ihre Axen gedreht werden können, und ihre Ränder genau an einer Stelle sich berühren; und wenn man dann eine dieser Scheiben langsam umdreht, so wird mittelst der an der Berührungsstelle Statt habenden Reibung auch die zweyte Scheibe (und zwar nach entgegengesetzter Richtung) sich drehen. Allein dieser Erfolg kann unmöglich lange Zeit dauern, weil sich die Kanten der Scheiben bald glatt schleifen, und dann die Reibung nicht mehr zur unausgesetzten Bewegung hinreicht. Will man daher diese Vorrichtung zur Uebertragung einer Bewegung bey Maschinen anwenden, so gibt man den beyden Scheiben dort, wo sie mit einander in Berührung kommen, regelmäßig gestellte, und vollkommen gleich geformte Erhöhungen, sogenannte Zähne oder Kämme, die wechselweise in einander greifen, und das bilden, was man mit einem allgemeinen Nahmen Verzahnung heißt. Die Räderzähne sind demnach nur eine Nachhülfe, ein Surrogat der bloßen Reibung, und durch sie bewirkt man, daß kein Theil des einen Rades sich drehen kann, ohne zugleich das andere mitzunehmen. Ein jeder Zahn des bewegenden Rades greift in die Vertiefung zwischen zwey Zähnen des bewegten Rades, und schiebt einen Zahn des letztern mit sich fort; dieses Fortschieben aber dauert natürlich so lange, als die bewegende Kraft selbst thätig ist.

Daß die Zähne zweyer Räder eigentlich zur Hervorbringung einer Bewegung nicht ganz unentbehrlich sind, sondern daß vielmehr auch ohne sie, durch bloße Reibung, der nähmliche Erfolg erhalten werden kann; davon überzeugt man sich durch mehrere Erfahrungen, z. B. beym Gebrauch der von den Drechslern angewendeten Ränderir-Räder. Wird ein solches, um seine Axe frey bewegliches Rad auch nur leicht an den in der Drehbank rundlaufenden Gegenstand gehalten, so dreht es sich gleich-

falls, weil seine Oberfläche auf die zuvor beschriebene Art durch die Anreibung mitgenommen wird. Wirklich Maschinen nach diesem Prinzip zu construiren, unterliegt größern Schwierigkeiten; allein dem ungeachtet fehlt es nicht an Beyspielen, von denen ich, der Merkwürdigkeit wegen, eines an dem vom Professor Hermann in München erfundenen Flachs-Spinntische *) hier aufnehmen will.

An diesem Spinntische können 4, 6, 8 bis 10 Personen spinnen, ohne daß sie (zwey ausgenommen, welche zugleich oder abwechselnd zwey Tritte in Bewegung setzen) mehr zu thun haben, als den Faden auszuziehen. Man sieht die ganze Vorrichtung auf Taf. XI Fig. 16 im vertikalen Durchschnitt abgebildet. Das Tischblatt a ist ein Vieleck von so vielen Seiten als Spulen angebracht werden sollen. Die Spulen werden hier nicht (wie bey den gemeinen Spinnrädern) durch endlose Schnüre in Bewegung gesetzt, sondern — wie schon erwähnt — auf eine ganz eigene Art. Eine auf ihrer Stirn ziemlich breite, senkrecht unter dem Spinntisch befindliche Scheibe c wird durch zwey Tritte (wovon in der Zeichnung bloß einer, bey d, sichtbar ist) mittelst der Kurbel f umgedreht. Unter dem Tischblatte liegt eine große horizontale hölzerne Scheibe b, die jene (c) genau berührt, und von ihr durch die bloße Reibung umgedreht wird. An dem Ende einer jeden Spindel befindet sich ein kleines Scheibchen g, welche, am besten mit Leder, überzogen ist. Alle diese Scheibchen liegen fest mit ihrer Stirn auf der großen Scheibe b, und werden von derselben ebenfalls bloß durch die Reibung herumgedreht, wodurch die Spindeln ihre Bewegung erhalten. Es sind zu diesem Zwecke an dem Tischblatte a zur Bewegung der Spulen eben so viele Ausschnitte gemacht, während die Spulengestelle selbst an dem Kranze des Tisches ihre Befestigung haben. Bey e läuft der stählerne Zapfen von der Welle der Scheibe b in einer messingenen Pfanne.

*) Dinglers polytechnisches Journal, Bd. I. S. 423.

An jedem Spulenge stelle ist bey h eine kleine feste Rolle, um welche von der Spule herab eine Schnur ohne Ende gelegt ist, damit man durch vermehrte oder vermi:derte Spannung derselben die Schnelligkeit im Einlaufen des Fadens reguliren könne. Was die Einrichtung der Spindeln betrifft, so sind dieselben, wie gewöhnlich bey i an einem Ende durchbohrt, besitzen eine Gabel mit Häkchen, und die Spulen sind nur lose auf sie gesteckt. Da aber hier die Bewegung von der Spindel (und nicht wie beym gemeinen Spinnrad, von der Spule) ausgeht, so ist der Vorgang des Spinnens an diesem Tische folgender; so lang der Garnfaden beym Spinnen stark gespannt bleibt, zieht die beständig umlaufende Gabel mittelst desselben die lose steckende Spule nach sich; der Faden kann sich also nicht auf die letztere aufwickeln, sondern wird bloß gedreht. Sobald man hingegen den gedrehten Faden etwas nachläßt, wird durch die Schnur n die Spule am Umlaufe entweder ganz, oder doch fast ganz, gehindert, und die sich fortdrehende Gabel wickelt daher den Faden um dieselbe auf. Durch das Anspannen der Schnur n wird der Spule das Umlaufen erschwert, der Faden wickelt sich daher schneller auf, und wird weniger gedreht. Folgendes kann für den Fall der Ausführung eines solchen Spinntisches (der übrigens in einer Armenanstalt der Stadt Augsburg schon mehrere Jahre Dienste thut) noch bemerkt werden. Die Scheibe kann durchbrochen, und durch ein starkes Kreuz zusammengehalten seyn. Da diese Scheibe, wenn die Bewegung der Spindeln regelmäßig seyn soll, genau horizontal laufen muß, das Holz also sich nicht werfen oder krümmen darf, so verfertigt man sie aus dreyfachen, abwechselnd über Hirn zusammengeleimten Bretchen von sorgfältig ausgetrocknetem (vielleicht am besten von ausgelaugtem) Holze *).

*) Später, da man einsehen mochte, daß die Fortpflanzung der Bewegung auf die große Scheibe h, durch die Reibung von e nicht gut von Statten ging, ist die Einrichtung des Spinntisches etwas abgeändert worden. Die Scheibe c nebst ihrer Kurbel f bleibt nähmlich weg. Dafür aber bekommt die senkrechte

§. 78.

Das im vorigen §. angegebene Prinzip der Verzahnung leidet mehrere sehr bedeutende Abänderungen, nach der Gestalt des verzahnten Gegenstandes, und nach der Art, wie die Zähne darauf angebracht sind. Einmahl den einfachen, und zugleich gewöhnlichsten Fall gesetzt, daß der verzahnte Körper (wie oben angenommen wurde), eine kreisrunde Scheibe sey. In diesem Falle liegen entweder die Zähne in der Verlängerung des Halbmessers dieser Scheibe (auf ihrer Stirn), und dann hat man ein Stern- oder Stirnrad (Taf. IX, Fig. 24); oder sie stehen senkrecht auf dem Umfang, parallel mit der Axe, und dann heißt das Rad ein Kammrad (Taf. IX, Fig. 25) oder Kronrad (Fig. 26). Es gibt auch solche Räder, die als Stirn- und Kammräder zugleich dienen, indem sie mit einer Verzahnung Bewegung empfangen, die sie durch Hülfe der andern weiter fortpflanzen. Ein solches doppelt verzahntes Rad ist in Fig. 3 (Taf. XI) gezeichnet. Es gibt ferner Kammräder, welche auf ihrer obern und untern Fläche Zähne tragen, um damit auf zwey andere Räder zugleich wirken zu können. Eine dritte Gattung der Räder sind die konischen Räder, Kegel- oder Winkelräder, bey welchen die Richtung der Zähne schief gegen die Axe ist (Taf. IX, Fig. 27). Man kann und muß jedes konische Rad als einen Theil eines Kegels betrachten, in dessen Spitze (a Fig. 28) alle Zähne sich vereinigen. — Sehr kleine Stirnräder, deren Zähne-Anzahl nicht über zwölf beträgt, nennt man insgemein Getriebe (Taf. IX, Fig. 29): bey ihnen machen in der Regel die Zähne mit der Axe ein einziges Stück. Bey großen Maschinen ersetzt man die Getriebe meist durch sogenannte Trillinge oder Laternen-Getriebe. Ein Trilling,

---

Axe ez der großen Scheibe bey z eine kurbelförmige Biegung, an welcher eine Schnur (in der Zeichnung ist sie punktirt) befestigt wird, die man dann über eine feste Rolle y abwärts leitet, und mit dem Tritte d in Verbindung bringt. (Vergl. zur Erläuterung, §. 99).

(Taf. IX, Fig. 30) besteht aus mehreren zwischen zwey runde Scheiben im Kreise eingesetzten Stäben, welche man Triebstöcke nennt. Auf dieselbe Art construirt man oft auch ganz große Räder. Zum Eingriff in ein Kegelrad macht man natürlich auch die Getriebe konisch (Taf. X, Fig. 18).

§. 79.

Wenn zwey gezahnte Räder in einander greifen, so drehen sie sich immer nach entgegengesetzten Richtungen herum. Sey (Taf. IX, Fig. 31) a ein Stirnrad, und b ein kleineres eben solches, oder ein Getrieb, so wird nicht nur die Bewegung beyder nach den von den Pfeilen angezeigten Seiten hin gerichtet seyn, sondern b wird sich auch während einer Umdrehung von a so oftmahl um seine Axe drehen, als die Zahl seiner Zähne in der Zähne-Anzahl des großen Rades enthalten ist; weil jeder Zahn des letztern auch einen Zahn des Getriebes fortschiebt. Hat demnach z. B. das Rad a, 24, und das Getrieb b sechs Zähne, so wird dieses ($\frac{24}{6}$) 4 Umgänge machen, während a nur einmahl herumkommt. Denkt man sich an der Welle des Getriebes ein zweytes Rad befestigt, welches in ein anderes Getrieb eingreift, so findet zwischen diesen das nähmliche Verhältniß Statt; auf dieselbe Art kann auch noch ein drittes, viertes, fünftes, Rad und Getrieb hinzugesetzt werden. Wie man bey einem solchen Räderwerk, dessen Theile alle von dem ersten Rade aus in Bewegung gesetzt werden, die Zahl von Umdrehungen, welche das letzte Getrieb während einer Revolution des ersten bewegenden Rades macht, bestimmen könne, wird sich aus dem schon Gesagten leicht ergeben. Man hat nur die Zähne-Anzahl eines jeden Rades durch die Zähne-Anzahl des in dasselbe eingreifenden Getriebes zu dividiren, und die erhaltenen Quotienten mit einander zu multipliciren. Es seyen z. B. (Taf. X, Fig. 13) drey Räder A B C, eben so viele Getriebe a b c, und die Zähne-Anzahl derselben folgende:

A = 45,	a = 5
B = 60	b = 6
C = 35	c = 5

Man findet hieraus die Zahl der Umdrehungen, welche c macht, während A einmahl herumkommt; auf die angegebene Art, wie folgt:

$$\left.\begin{aligned}\frac{A}{a}&=\frac{45}{5}=9\\ \frac{B}{b}&=\frac{60}{6}=10\\ \frac{C}{c}&=\frac{35}{5}=7\end{aligned}\right\}\ 9\times 10\times 7=630.$$

Man erhält (und in den meisten Fällen sogar mit mehr Bequemlichkeit) dasselbe Resultat, wenn man die Zahlen der Zähne aller Räder und Getriebe multiplicirt, und das erste Produkt durch das letzte dividirt. Also:

$$\frac{45\times 60\times 35}{5\times 6\times 5}=\frac{94500}{150}=630.$$

§. 80.

Durch das umgekehrte Verfahren kann man auch für ein zu construirendes Räderwerk die Zahl der Zähne an Rädern und Getrieben finden, wenn die Geschwindigkeit des letzten Getriebes, oder die Zahl der Umdrehungen, welche dasselbe während einer Revolution des ersten Rades machen soll, bekannt ist. Gesetzt diese Zahl wäre 120, so zerfällt man dieselbe in mehrere Factoren, d. h. solche Zahlen, die, mit einander multiplicirt, wieder 120 geben. Solche Factoren sind z. B.

1.) 10 und 12. 3.) 8 und 15. 5.) 10, 4 und 3.
2.) 20 und 6. 4.) 4, 5, und 6. 6.) 5, 4, 3 und 2.

Hieraus wählt man diejenigen, welche am anpassendsten scheinen. Die Zahl der Factoren bestimmt die Anzahl der Räder, so wie jene der Getriebe. Wählte man z. B. die erste Reihe, so müßte man zwey Räder und zwey Getriebe haben. Dabey verhielte sich:

Die Zahl der Zähne des ersten Rades zur Zahl der Zähne des ersten Getriebes, wie . . . . 10 : 1

Das Verhältniß beym zweyten Rade wäre, wie 12 : 1

Wollte man jedem Getriebe sechs Zähne oder Triebstöcke geben, so wäre die Zahl der Zähne:

beym ersten Rade $(10 \times 6) = \ldots\ldots 60$,

beym zweyten Rade $(12 \times 6) = \ldots\ldots 72$;

denn: $\frac{60 \times 72}{6 \times 6} = \frac{4320}{36} = 120$ = den Umläufen des letzten Getriebes während einer Umdrehung des ersten Rades.

Es ist nun leicht einzusehen, was zu thun gewesen wäre, wenn man eine andere, z. B. die sechste, Reihe von Factoren gewählt hätte, in welchem Falle vier Räder und eben so viele Getriebe erforderlich seyn würden. Die Verhältnisse zwischen den Zahlen der Zähne an Rädern und Getrieben wären dann folgende;

1.) 5 : 1 3.) 3 : 1

2.) 4 : 1 4.) 2 : 1,

und vorausgesetzt, daß man den beyden ersten Getrieben acht, den beyden letzten aber nur sechs Triebstöcke geben wollte, wären die Zahlen der Zähne an den Rädern:

1.) $5 \times 8 = 40$

2.) $4 \times 8 = 32$

3.) $3 \times 6 = 18$

4.) $2 \times 6 = 12$;

denn: $\frac{40 \times 32 \times 18 \times 12}{8 \times 8 \times 6 \times 6} = \frac{276480}{2304} = 120$

Ist die vorgeschriebene Geschwindigkeit des einen Rades gegen die des andern nicht sehr bedeutend, oder wird ausdrücklich verlangt, daß das Räderwerk nur aus zwey Rädern (oder statt dessen aus einem Rade und einem Getriebe) bestehen soll; so unterbleibt das Zerfällen in Factoren, und man bestimmt die Zähne-Anzahlen bloß dadurch, daß man die Zahl, welche die Geschwindigkeit des kleineren Rades (oder des Getriebes) ausdrückt, mit der Zahl von Zähnen multiplicirt, welche man ihm geben will, und das Produkt zur Zähne-Anzahl des großen Rades macht. Wäre etwa ein solches einfaches Räderwerk zu con-

ſtruiren, von welchem das kleine Rad a, $5\frac{1}{3}$ Umdrehungen macht, während einer Revolution des großen, A; ſo könnte man dem erſtern 21, mithin dem letztern $(21 \times 5\frac{1}{3} =)$ 119 Zähne geben. Auf dieſe Art läßt ſich, bey unverändertem Erfolge, die Anzahl der Zähne an beyden Rädern willkührlich vermehren oder vermindern. Man kann z. B. an der Stelle von a ein 12zähniges Getrieb anbringen, muß aber dann dem eingreifenden Rade A $(12 \times 5\frac{1}{3})$ 68 Zähne geben u. ſ. w. Es iſt hierbey nur darauf zu ſehen, daß die Zähne-Anzahl des Rades gegen die des Getriebes nicht gar zu groß ausfällt; wäre dieſes zu befürchten, ſo müßte man lieber mehrere Räderpaare anwenden, und ſich auf die oben beſchriebene Art durch Zerfällen helfen. In manchen Fällen wird die Geſchwindigkeit des letzten Rades oder Getriebes durch eine Zahl ausgedrückt, welche ſich nicht in Factoren zerlegen läßt, oder welche eine ſogenannte Primzahl iſt. Dann muß man ſich entweder mit einem einzigen Räderpaare behelfen, oder man iſt gezwungen, auf die größte Genauigkeit zu verzichten. Geſetzt man wollte das letzte Getrieb 811 Umdrehungen machen laſſen, während das erſte Rad eine einzige vollbringt. 811 iſt eine Primzahl; um daher genau die angegebene Geſchwindigkeit zu erhalten, müßte man ein Rad von (6×811) 4866 Zähnen bauen, ſelbſt wenn man dem eingreifenden Getriebe nicht mehr als 6 Stöcke geben wollte. Die Anwendung eines ſo ungeheuren Rades iſt aber mit vielen Unbequemlichkeiten verbunden, welchen man gern einen Theil der Genauigkeit in der Berechnung der Geſchwindigkeit aufopfert, wenn man dafür ein zweckmäßiger zuſammengeſetztes Räderwerk herſtellen kann. Der Weg hierzu iſt leicht gefunden. 811 um 1 vermindert, gibt 810, welche Zahl in die Factoren 9, 9 und 10 zerlegt wird. Nach den oben gegebenen Regeln läßt ſich nun eine Räderverbindung bilden, welche etwa aus drey Rädern von 72, 72, 80, und aus drey Getrieben von 8 Zähnen beſtehen kann. Das letzte Getrieb macht bey dieſer Anordnung freylich nur $\left(\frac{72 \times 72 \times 80}{8 \times 8 \times 8}\right)$ 810 Umdrehungen, während einer Revolution

des ersten Rades; allein dieser geringe Unterschied hat, zumahl bey technischen Maschinen, höchst selten einen erwähnenswerthen Einfluß auf den Erfolg. Deßwegen übergehe ich hier auch die Mittel, welche die Mechanik anwendet, um derley Aufgaben mit voller Genauigkeit zu lösen.

§. 81.

Mit dem Gewinn an Schnelligkeit der Bewegung ist in der Mechanik durchaus ein Verlust an Kraft verbunden, (vergl. die Einleit.). So auch beym Räderwerk, auf welches sich, wie wir sogleich sehen werden, alle Gesetze des Rades an der Welle (§. 44) anwenden lassen. Man kann nähmlich jedes gezahnte Rad als ein Rad an der Welle, und das daran sitzende Getrieb als die Welle selbst betrachten, an welcher eine der streitenden Kräfte sich befindet, während auf den Umfang des Rades die andere wirkt. Nun steht aber an einem gut construirten Räderwerke (wie §. 85 gezeigt wird) die Zähne-Anzahl zweyer in einander greifenden Räder genau in demselben Verhältnisse, welches zwischen den Halbmessern dieser Räder Statt findet, und man kann daher die Halbmesser als Quelle der Berechnung, der Zähne-Anzahl substituiren.

Hängt demnach (Taf. IX, Fig. 32) an dem Rade A, eine Last von 1 Pfund, und ist der Halbmesser dieses Rades, g h, das Vierfache von dem Halbmesser f g des daran sitzenden Getriebes g, so wird man (nach §. 44) in f nur mit einer senkrecht (d. h. in der Tangente) wirkenden Kraft von 4 Pfund der Last r das Gleichgewicht halten können. Diese Kraft geht mithin als Last auf das zweyte Rad B über, und wird bey e, am Umfange des fünfmal kleineren Getriebes d von einer 20 Pfund großen Kraft balancirt. Wenn endlich hier das Rad C eingreift, dessen Axe zugleich das im Halbmesser fünfmahl kleinere Getrieb c trägt, so wird man am Umfange dieses letztern in der Richtung a q nicht weniger als 100 Pfund Kraft bedürfen, um der einpfündigen Last r das Gleichgewicht zu halten. Das ganze beschriebene Räderwerk gleicht, wie man sieht, in seiner Wirkung einer Verbindung von drey ungleicharmigen Hebeln, a c h, e d f,

und f g h, bey welcher das Verhältniß zwischen Kraft und Last durch das (§. 41) angegebene Verfahren gefunden wird. Aus diesem Beyspiele ergibt sich leicht, daß man es durch eine größere Zahl von Rädern und Getrieben wohl dahin bringen könne, mit einer ursprünglich langsamen Bewegung, der Drehung des letzten Getriebes, eine große Schnelligkeit zu geben; allein, das, was man an Geschwindigkeit gewinnt, geht anderseits an Kraft wieder verloren, denn im obigen Falle (den Halbmesser eines jeden Getriebes = 1, die Halbmesser der Räder B und C = 5 gesetzt) dreht sich das Rad A mit seinem Getriebe g zwar 25 mahl um seine Axe, bis das Rad C mit dem Getriebe c einmahl herum kommt, $\left(\frac{5\times5}{1\times1}=25, \text{ §. 79}\right)$; aber man braucht auch, wie wir gesehen haben, bey a, wo das Getrieb c von irgend einer Kraft (z. B. wieder von einem gezahnten Rade) in Bewegung gesetzt wird, 100 Pfund Kraft, um der an f widerstehenden Last von 4 Pfund das Gleichgewicht zu halten.

Der Fall wird umgekehrt, wenn man sich bey q die Last, bey r aber die Kraft angebracht denkt. Dann wird zwar an Geschwindigkeit verloren, weil das Rad C erst eine Umdrehung macht, wenn das Getrieb g mit seinem Rade A deren 25 vollbracht hat; allein man erspart in eben dem Verhältnisse an der bey f wirkenden Kraft, denn diese kann zur Hervorbringung des Gleichgewichtes 25 mahl weniger betragen als die in a widerstehende Last. Zur wirklichen Bewegung des Räderwerkes ist immer ein gewisser Ueberschuß an Kraft nothwendig, der das Gleichgewicht aufheben, und die Reibung überwinden kann. — Aus dem Gesagten wird man sich die Construction vieler Rädermaschinen, z. B. der Papier- und anderer großen Schraubenpressen, erklären können, an deren Spindel sich ein großes Rad befindet, welches, — zwar mit großem Zeitverluste, aber auch mit ungeheuer vervielfältigter Kraft, — durch einen Trilling umgedreht wird. —

§. 82.

Wenn man sich der Räderverbindungen an Maschinen be-

dient, so gibt man ihnen nicht immer die bisher (§§. 79 — 81) betrachtete Einrichtung; dann ist aber auch der Erfolg anders. Bey einem nach Fig. 1 (Taf. XI) eingerichteten Räderwerke z. B. wird die Geschwindigkeit, welche man dadurch zu erreichen im Stande ist, einzig durch die Größe des ersten und letzten Rades bestimmt; Zahl und Größe der dazwischen gelegten Räder hat ganz und gar keinen Einfluß darauf; hat a 50 und d 10 Zähne, so wird sich letzteres auf jeden Fall fünfmahl schneller drehen als a, die Räder b und c mögen nun was immer für eine Anzahl von Zähnen besitzen. Ohne Veränderung des Erfolges könnte man daher auch 3, 4 und mehrere Räder zwischen a und d anbringen, oder eben so, a und d unmittelbar in einander eingreifen lassen. Eine solche Räderverbindung kann demnach nur zur Fortpflanzung einer Bewegung, keineswegs aber zur Vergrößerung ihrer Geschwindigkeit dienen.

Als Beyspiel eines mehr zusammengesetzten Räderwerkes kann Fig. 2 (Taf. XI) dienen, wobey wir die Zahl der Zähne von A = 64, B = 90, C = 15, D = 30, E = 6, F = 96, und G = 128 setzen wollen. Beyde Arten der Räderverbindung (Fig. 13, Taf. X, und Fig. 1, Taf. XI) finden sich hier vereinigt. Um hierbey die Zahl von Umdrehungen zu bestimmen, welche A während einer Revolution von G vollbringt, multiplicirt man (nach §. 79) die Zähne-Anzahlen aller bewegenden und bewegten Räder, dividirt das erste Product durch das letzte, und erhält so

$$\frac{G \times F \times D \times B}{F \times E \times C \times A} = \frac{128 \times 96 \times 30 \times 90}{96 \times 6 \times 15 \times 64}, \text{ oder} =$$

$$\frac{33177600}{552960} = 60.$$

Auf diese Zahl hat bloß die Größe von A, B, C, D, E und G Einfluß. Dem Rade F kann man eine beliebige Zahl Zähne geben, ohne daß der Erfolg geändert würde. Denn wenn man ihm weniger oder mehr Zähne (als 96) gibt, so dreht es sich zwar schneller oder langsamer in Vergleich gegen G; diese Veränderung wird aber durch die entgegengesetzte Wirkung auf das

Getrieb E wieder compenſirt. Ein Beyſpiel wird hierüber jeden Zweifel heben. Gäbe man dem Rade F etwa 150 Zähne, ſo erhielte man folgende Rechnung:

$$\frac{128 \times 150 \times 30 \times 90}{150 \times \quad 6 \times 15 \times 64} = \frac{51840000}{864000} = 60.$$

Man könnte auch das Kronrad G unmittelbar in das Getrieb E eingreifen laſſen, wenn die Gegenwart des Rades F nicht wegen der Fortleitung der Bewegung auf eine größere Entfernung erfordert würde.

§. 83.

Es ſcheint hier der ſchicklichſte Ort zu ſeyn, eine Vergleichung zwiſchen Schnurrädern und gezahnten Rädern, in Rückſicht auf beyder Anwendbarkeit, vorzunehmen.

Wo eine Bewegung durch Räder fortzupflanzen, und der Widerſtand nicht außerordentlich bedeutend iſt, wendet man Schnurräder mit großem Vortheile an, weil dieſe eine ſehr gleichförmige und ſchnelle Bewegung zulaſſen, während dem man durch Verbindung von gezahnten Rädern nie ohne großen Kraftverluſt durch Reibung, und ohne beträchtliche Abnutzung, eine bedeutende Schnelligkeit in der Bewegung hervorbringen kann. Die Schnurräder haben noch den Vortheil, daß bloß durch die gekreuzte oder ungekreuzte Lage der Schnur, der Bewegung jede beliebige Richtung gegeben werden kann, und daß man bloß mit zwey ſolchen Rädern die Bewegung auf eine ziemlich bedeutende Entfernung fortzupflanzen im Stande iſt. Oft jedoch, wenn der auf die Maſchinerie wirkende Widerſtand ſehr groß iſt, würden Schnurräder nicht mehr hinreichend ſeyn, und man muß daher in ſolchen Fällen immer mehrere gezahnte Räder ſo unter einander verbinden, daß ſie dem beabſichtigten Endzwecke entſprechen.

Sehr häufig tritt der Fall ein, daß eine horizontale Bewegung in eine vertikale, oder umgekehrt eine ſenkrechte in eine horizontale verwandelt werden muß. Hier iſt man ebenfalls meiſtens gezwungen, zur Anwendung von Zahnrädern ſeine Zuflucht zu nehmen; und zwar wird jene Umänderung dadurch bewirkt, daß man ein Kammrad in einen Trilling eingreifen läßt (Fig. 16.

Taf. X), oder indem man zwey Kegelräder mit einander verbindet (Taf. IX, Fig. 27). Diese Art von Rädern kann man auch unter einem stumpfen oder spitzigen Winkel in einander eingreifen lassen (Fig. 28). — Es ist übrigens allerdings auch möglich, eine Bewegung unter einem Winkel bloß durch Schnurräder fortzupflanzen, wovon schon oben (§. 75) Beyspiele vorgekommen sind.

§. 84.

Bis jetzt haben wir nur den Fall betrachtet, wo ein gezahntes Rad in ein anderes gezahntes Rad eingreift. Oft verbindet man aber auch mit einem solchen Rade eine gezahnte Stange, die dann bey einer ganzen Umdrehung des Rades, in gerader Richtung um so viele Zähne fortgeschoben wird, als der Umfang des Rades enthält (Taf. XI, Fig. 10). — In manchen Fällen bedient man sich auch verzahnter Kreisbogen, wie einer in Fig. 25 (Taf. X) im Eingriff mit einer gezahnten Stange vorgestellt ist. — Selten sind solche Räder, von denen nur die Hälfte, oder ein noch kleinerer Theil, mit Zähnen versehen ist. Auf Taf. XI (Fig. 17) ist ein solches halbgezahntes Kronrad, a, vorgestellt, welches, da es während seiner Umdrehung bald in b, bald in c eingreift, die Welle d abwechselnd nach einer und nach der andern Richtung bewegt. Wenn man sich vorstellt, daß von einem gemeinen Stirnrade die Zähne an gewissen Stellen beseitiget seyen, und wenn man ein solches Rad in eine gezahnte Stange eingreifen läßt, auf welche irgend eine Kraft, etwa ein Gewicht, nach einer gewissen Richtung wirkt; so wird beym Eingriff des Rades zwar die Stange bewegt werden, sie wird aber sogleich wieder ihre alte Lage annehmen, wenn ein ungezahnter Theil des Radumfanges an ihr vorüber geht. Hierdurch ist es möglich, bey fortwährend nach derselben Seite gerichteter Drehung des Rades eine abwechselnd hin- und hergehende Bewegung der Stange zu erhalten. Baader hat diesen Mechanismus zur Bewegung der Kolbenstangen bey Cylindergebläsen vorgeschlagen. — Auch Räder, welche während des Eingriffes, und der daraus erfolgenden Axendrehung, zugleich ihre Stellung ge-

gen die übrigen Theile der Maschinerie verändern, sind bey manchen Gelegenheiten anwendbar. Nicht nur daß sich solche Räder nach der Richtung ihrer Axe verschieben; sondern auch eine drehende und eine im Kreise fortschreitende Bewegung finden sich zuweilen an einem und dem nähmlichen Rade. Ein solcher Mechanismus ist unter andern der in Fig. 14. auf Taf. X abgebildete. In dem auf seiner innern Seite mit Zähnen versehenen Kreise a a befindet sich ein Rad b, welches an der kurbelartig gebogenen Axe d e sitzt. Durch das Umdrehen der Kurbel c läuft demnach das Rad nicht nur um seine Axe (indem die Zähne des feststehenden Kreises a die Zähne des Rades fortschieben), sondern es bewegt sich zugleich in einem Kreise herum, der mit a a parallel ist. — Wie weit man es mit der Anwendung der Verzahnungen treiben kann, sieht man aus Fig. 9 (Taf. XI), wo das Rad c, bey seiner Umdrehung in die Zähne eines andern, ovalen Rades a eingreifend, von den mehr excentrischen Theilen f g dieses letztern langsam in einem Ausschnitte des Gestelles d e zurückgeschoben, durch eine Feder b aber immerfort im Eingriff erhalten wird. Fig. 21. auf Taf. XII zeigt endlich den Eingriff zweyer Räder von ganz eigenthümlicher Form, welche zur Erreichung eines gewissen, hier nicht ohne Weitläufigkeit zu erklärenden Zweckes bey einer Buchdruckerpresse des Engländers Donkin angewendet worden sind.

§. 85.

Die Eigenschaften, welche man vorzüglich jeden gut gearbeiteten Verzahnung fordern muß, wenn dieselbe ihren Zweck vollkommen erfüllen soll, sind folgende: 1. Die durch sie hervorgebrachte Bewegung muß sanft seyn, und ohne alles Stoßen vor sich gehen. 2. Sie muß in allen Augenblicken mit der nähmlichen Geschwindigkeit geschehen. 3. Die Verzahnung muß dauerhaft seyn. Die zur Erreichung dieser Bedingungen anwendbaren Mittel sind ungefähr nachstehende:

1.) Eine angemessene Stellung der Zähne. Bey eigentlichen gezahnten Rädern sowohl, als bey andern Verzahnungen, muß man darauf sehen, daß die verzahnten, und in

einander eingreifenden Maschinentheile nie außer Berührung kommen, weil sonst die Bewegung nicht die erforderliche Gleichförmigkeit haben würde. Man stellt daher die Zähne einander so nahe, daß immer schon der nächste einzugreifen anfängt, ehe noch der vorhergehende zu schieben aufgehört hat, und aus dem Eingriffe gekommen ist. Die Entfernung zwischen zwey Zähnen des einen Maschinentheiles muß aber immer weit genug seyn, um einen Zahn des andern Theiles aufnehmen zu können, ohne ihn zu pressen. Da man nun in der Regel die Zähne an zwey mit einander verbundenen Organen gleich breit macht, so folgt hieraus von selbst, daß sie eben so um gleiche Entfernungen von einander abstehen müssen. Daher ist es bey einem gewissen Verhältnisse zwischen der Größe eines Rades und des darein greifenden Getriebes keineswegs erlaubt, die Zähne-Anzahlen beyder nach Willkühr festzusetzen. Im Gegentheil muß die Anzahl der Zähne des Rades zur Anzahl der Zähne oder Stöcke des Getriebes sich verhalten, wie der Umkreis des Rades zum Umkreise des Getriebes, oder der Halbmesser des ersten zum Halbmesser des letzten sich verhält. Wollte man dem einen Rade mehr Zähne geben, als ihm nach dieser Voraussetzung zukommen, so würden die Zwischenräume zwischen den Zähnen des andern Rades von den entgegengesetzten Zähnen nicht vollkommen genug ausgefüllt werden, die Bewegung würde daher an Gleichförmigkeit verlieren, und im höchsten Grade des Mißverhältnisses vielleicht gar aufhören, wenn nähmlich die Zähne des einen Rades so weit auseinander stehen, daß nach dem Fortschieben des ersten, der zweyte von einem Zahne des andern Rades nicht erreicht werden kann. Aus dem Gesagten erklärt sich nun auch, warum man bey der Berechnung des Räderwerkes die Größen der Halbmesser statt der Zähne-Anzahlen brauchen kann, und warum demnach auch der Quotient des durch den Getrieb-Halbmesser dividirten Rad-Halbmessers, die Zahl von Umdrehungen ausdrückt, welche das Getrieb während einer Revolution des Rades vollbringt (§. 81).

§. 86.

2.) Eine zweckmäßige Form der Zähne. Was wir hier unter Form der Zähne verstehen, bezieht sich nicht

nur auf die Länge und Breite derſelben, ſondern vorzüglich auch auf die Geſtalt, welche die mit einander in Berührung kommenden Theile der Zähne beſitzen müſſen, damit ein ſanfter und vollkommen ruhiger Eingriff entſtehe. Die Breite eines jeden Zahnes richtet man ſo ein, daß er die Vertiefung zwiſchen zwey Zähnen, in welche er eingreifen ſoll, möglichſt genau ausfüllt, ohne zu einer ſchädlichen Reibung, oder zu einem Stocken der Bewegung Anlaß zu geben. Weil nun (wie oben geſagt) die Zähne an zwey in einander greifenden Verzahnungen gleiche Breite haben, ſo ſollten, ſtreng genommen, der Abſtand zwiſchen zwey Zähnen und die Breite eines Zahnes ſich vollkommen gleich ſeyn. Man macht aber doch in der Praxis den Zahn ſelbſt etwas ſchmäler, als ſeine Entfernung von dem nächſten Zahne, damit der Eingriff leichter vor ſich gehe. — Die Zahnbreite, mit der Entfernung zwiſchen zwey Zähnen zuſammen genommen, wird mit einem Kunſtausdrucke die Schrift genannt. Iſt demnach dieſe Schrift gegeben, ſo weiß man auch ſchon die Anzahl der Zähne, welche ein vorliegendes Rad von bekanntem Halbmeſſer bekommen ſoll. Aus dem Halbmeſſer läßt ſich nähmlich der Umfang, und mittelſt Diviſion des letztern durch die Schriftbreite, die Anzahl der Zähne berechnen. Da die Größe der Schrift bey zwey in einander greifenden Verzahnungen in jedem Falle ganz gleich ſeyn muß, ſo ergibt ſich von ſelbſt der oben berührte Zuſammenhang zwiſchen den Halbmeſſern und Zähne-Anzahlen zweyer in einander greifenden Räder. Sind ſolche Räder gleich groß, ſo müſſen ſie auch gleich viel Zähne haben; ungleich viel gibt man ihnen, wenn ihre Durchmeſſer verſchieden ſind. Um die verhältnißmäßige Anzahl von Zähnen genau zu finden, bedient man ſich bey größeren Räderwerken der oben gelehrten Berechnung, durch welche für jede Größe eines Rades die ihm zukommende Zähne-Anzahl, ſo wie umgekehrt für jede Anzahl von Zähnen die Größe des dazu erforderlichen Rades gefunden werden kann. Bey kleinen Rädern jedoch, wie ſie z. B. dem Uhrmacher in der Regel immer vorkommen, bedient man ſich ſtatt der ſchwierigen Abmeſſung und Berechnung, des nachfolgenden

mechanischen Verfahrens, dessen Nutzen durch die Erfahrung bewesen ist. Es kommt nähmlich oft darauf an, schnell und leicht die Größe eines mit bestimmter Zähne-Anzahl versehenen Getriebes zu finden, welches in ein schon fertiges Rad eingreifen soll. Man bedient sich hierzu eines Zirkels (des sogenannten Triebmaaßes, Taf. III, Fig. 23), indem man mittelst desselben eine gewisse Zahl von Zähnen an dem Rade faßt, und die entsprechende Oeffnung zum Durchmesser des Getriebes macht. Wenn man z. B. ein Getrieb von 16 Zähnen oder Triebstöcken anwenden will, so öffnet man das Triebmaaß so weit, daß seine Spitzen genau sechs Zähne des Rades umfassen, und zwar von der äußern Seite des ersten Zahnes bis zur äußern Seite des sechsten gerechnet. Für ein Getrieb von fünfzehn Zähnen ist nicht nothwendig, daß der Zirkel ganz die Seiten der 6 Zähne fasse. Zu einem zwölfzähnigen Getriebe nimmt man auf dieselbe Art fünf Zähne ab, für ein zehnzähniges vier, für ein siebenzähniges drey Zähne u. s. w. Die Theorie dieses Verfahrens gründet sich hauptsächlich auf das in der Geometrie bekannte Verhältniß zwischen dem Durchmesser und Umfange eines Kreises, nach welchem der letzte unbedeutend mehr als das Dreyfache von dem ersteren beträgt. Nimmt man z. B. für ein Getrieb von 16 Stöcken (wie oben gesagt) sechs Zähne des Rades, nebst den fünf dazwischen liegenden Räumen, zusammen mithin $5\frac{1}{2}$mahl die Schriftweite; und beschreibt man mit diesem Durchmesser einen Kreis für den Umfang des Getriebes, so enthält dieser ($3 \times 5\frac{1}{2} =$) $16\frac{1}{2}$mahl die Schriftweite, kann also eben 16 Zähne fassen u. s. w.

Die Länge der Zähne, so weit sie zum Eingriffe nothwendig ist, steht mit ihrer Breite in untrennbarem Zusammenhange. Je länger ein Zahn ist, und je tiefer er eingreift, desto weiter ist er im Stande, einen andern Zahn fortzuführen, desto größer kann also auch die Entfernung zwischen zwey Zähnen des bewegten Organes seyn; diese Entfernung aber bestimmt, wie wir gesehen haben, die Breite der Zähne selbst. Den Zähnen eine größere Länge zu geben, als wegen des Eingriffes unmittel-

bar nothwendig ist, kann man nicht rathen, weil nicht nur kein Vortheil daraus entsteht, sondern durch dieses Verfahren die Zähne auch unnöthig geschwächt werden.

Wie gesagt, muß der vordere Theil der Zähne, welcher beym Eingriff unmittelbar wieder mit Zähnen in Berührung kommt, eine gewisse Gestalt haben, durch welche man die Verminderung der Reibung, so wie die Aufhebung aller Stöße und Ungleichheiten in der Bewegung beabsichtigt. Die ersten Räderzähne, welche es überhaupt gegeben hat, mögen wohl einfache vierkantige oder flache Zapfen gewesen seyn, deren Ecken man, um die heftigsten Stöße zu vermeiden, gebrochen hatte, und noch jetzt findet man zuweilen Räderwerke, deren Zähne nicht viel besser gestaltet sind. Später gab man den Zähnen durchaus an ihren Enden eine kreisförmige Zurundung, welche lange Zeit für die beste Form gehalten wurde, aber doch wenigstens unverbessert blieb, bis auf den Zeitpunkt, wo die nützlichen Untersuchungen gelehrter Mathematiker ein helleres Licht über diesen so höchst wichtigen Theil der Mechanik verbreiteten. Allgemein hält man jetzt jene Form an Stirnrädern für die beste, wobey die Enden der Zähne nach einer Linie gekrümmt sind, welche in der höhern Geometrie unter dem Nahmen der Epicycloide bekannt ist. Wenn ich mich hier, dem Zwecke meines Werkes gemäß, nicht in ein rein mathematisches und beweisendes Detail über diesen Gegenstand einlassen kann, so will ich doch versuchen, dem mit der Mathematik nicht vertrauten Leser jenen Aufschluß zu geben, den er allenfalls mit Recht erwarten dürfte. — Die Epicycloide ist eine krumme Linie, welche von einem im Umfange eines Kreises liegenden Punkte beschrieben wird, wenn jener sich auf dem Umfange eines andern Kreises fortwälzt. Ist A (Taf. XII, Fig. 1) ein festliegender Kreis, (z. B. eine Scheibe mit ganz ebenem Umfange), und stellt man sich vor, daß der kleinere Kreis, B, sich auf demselben, von seiner anfänglichen Stelle aus so fortwälze, daß sein ganzer Umfang sich gleichsam auf den Umfang von A auflegt; so wird irgend ein in B angenommener Punkt, z. B. a, einen ganz eige-

nen Weg zurücklegen, der in der Figur mit abdde bezeichnet, und eben eine Epicycloide ist. Hat nähmlich der Kreis B seine Bewegung zur Hälfte vollbracht, und ist er in C angekommen, so befindet sich der Punkt a, der vorher mit dem Kreise A in Berührung gewesen ist, in c, also in seiner größtmöglichen Entfernung von dem Mittelpunkte A. Nach und nach nähert sich der Punkt dem Umfange des großen Kreises wieder, und wenn er mit demselben bey e, zum zweyten Mahle in Berührung tritt, ist die Epicycloide vollendet. Ist nun noch Raum zur Bewegung des Kreises D vorhanden (was immer der Fall seyn wird, wenn der festliegende Kreis größer als der bewegliche ist) so wiederhohlt er die nähmliche Linie; wobey nur zu bemerken kommt, daß der Weg afe dem Umfange des sich wälzenden Kreises gleich ist. Derjenige Theil der Epicycloide nun, welchen man auf die Form der Räderzähne anwendet, ist der dem Kreise A zunächst liegende, nähmlich ab für die eine, und ed für die andere Seite des Zahns. Diese Krümmung gibt man einem jeden Zahne an seinem vordern Ende, während dessen Seiten nach hinten zu ganz gerad, und in der auf den Mittelpunkt des Rades zulaufenden Richtung, gebildet werden. Die Form der Epicycloide weicht natürlich in Etwas von sich selbst ab, wenn man Kreise von verschiedenen Durchmessern zu ihrer Bildung anwendet. Man hat daher die allgemeine Regel festgesetzt, daß die beste Form der Zähne eines Stirnrades bestimmt werde durch die Epicycloide, welche entsteht, wenn ein Kreis von dem halben Durchmesser desjenigen Rades, in welches das vorliegende eingreifen soll, sich auf letzterem wälzt. Nach dieser Vorschrift muß die Krümmung der Zähne natürlich für jedes Rad besonders gefunden werden. Man betrachtet dabey die beyden in einander eingreifenden Räder als ein paar Kreise, deren Umfänge sich dort berühren, wo die Krümmung der Zähne beginnt. Wenn demnach in diesem Sinne von den Halbmessern der Räder A und B (Taf. XII, Fig. 10) die Rede ist, so versteht man hierunter die Halbmesser der beyden punktirten Kreise, welche in dieser Zeichnung zu se-

hen sind. — Die Mittel, derer man sich bedient, um die epicycloidische Gestalt der Räderzähne auf die leichteste Art zu verzeichnen, und auf die Zähne selbst überzutragen, gehören nicht hierher, sondern machen einen Gegenstand der praktischen Mechanik.

Selbst ohne tiefe Einsicht in die mathematischen Grundsätze der Räderbewegung kann man vermuthen, daß die Gestalt, welche hier als die beste für die Zähne der Stirnräder angegeben worden ist, nicht auch eben so gut für die Verzahnung an Kammrädern passen könne. So ist es wirklich; und die Mathematiker haben gefunden, daß die zweckmäßigste Gestalt für die Zähne dieser zweyten Art von Rädern, von einer andern krummen Linie, der Cycloide, hergenommen werden müsse. Die Cycloide entsteht, wenn ein Kreis längs einer geraden Linie sich fortwälzt, und wird dabey von irgend einem, am Umfange dieses Kreises gedachten, Punkte beschrieben. Fig. 2 (Taf. XII) ist der sich wälzende Kreis in drey verschiedenen Lagen, a, b, c gezeichnet, und die von dem Punkte c während der Bewegung zurückgelegte Cycloide geht durch d und endigt in f. —

Die Triebstöcke eines in das Kammrad greifenden Getriebes müssen nach der unten zu erwähnenden Abwickelungs-Linie eines Kreises geformt seyn. Die Triebstöcke der Trillinge (Taf. IX, Fig. 30) macht man in der Regel noch immer kreisrund, dann muß aber von der nach obigen Vorschriften bestimmten Form der darein greifenden Räderzähne durchaus so viel weggenommen werden, als der Halbmesser der Triebstöcke beträgt; denn der Eingriff eines epicycloidischen Zahnes kann nur dann gut vor sich gehen, wenn der Triebstock ohne Dicke, also gleich einer bloßen Linie, gedacht wird.

Für die Verzahnung von geraden Stangen (§. 84) wählt man, aus mathematischen Gründen, so wie für die Zähne an Kammrädern, die cycloidische Form als die beste. Den Zähnen des in eine solche Stange eingreifenden Getriebes oder Rades gibt man die Form derjenigen krummen Linie, welche der An-

fangspunkt einer von einer Walze sich abwickelnden Schnur durchläuft. Die Natur und Entstehung dieser Linie wird aus Fig. 6, (Taf. XIV) deutlich. Wenn nähmlich a a a das Profil einer Walze vorstellt, von welcher die Schnur c n abgewickelt wird, so nimmt diese Schnur nach und nach die Lagen d k, e l, f m, g n u. s. w. an; und ein in der Schnur angenommener Punkt, welcher anfangs bey i mit dem Kreise a in Berührung war, durchläuft die Krümmung i h, welche die gesuchte Linie ist. Hierbey müssen nothwendig die abgewickelten Schnurtheile i k, 2 l, 3 m, h n, den Kreisbogen, auf welchen sie vorher gelegen haben, nähmlich i k, i l, i m, i n, gleich seyn (§. 104).

Die Zähne an konischen Rädern und Getrieben müssen durchaus so gearbeitet seyn, daß sie, wollte man sie verlängern, in der Spitze eines Kegels zusammenstoßen würden, von welchem die Fläche des Rades die Basis ist. Zwey in einander eingreifende Kegelräder (Taf. IX, Fig. 28) sind als Abschnitte zweyer Kegel zu betrachten, deren Spitzen dort, wo sich die Axen der Räder schneiden (in a) zusammentreffen. Auch ihre Zähne müssen begreiflicher Weise eine eigenthümliche angemessene Form haben; da aber die Axen dieser Räder unter einem Winkel gegen einander geneigt sind, die Räder selbst also nicht in einer und der nähmlichen Ebene sich drehen, so kann jene Form keineswegs durch eine der bisher beschriebenen Verfahrungsarten gefunden werden, vielmehr muß man dabey auf nachfolgende Art zu Werke gehen. Wenn in Fig. 19 (Taf. XI) mit a und b zwey an einander liegende Kegel, deren Spitzen in c sich befinden, bezeichnet sind, und c d die Axe von b, c f aber die Berührungslinie beyder Kegel ist: so findet man die Form, welche den Zähnen der von diesen Kegeln abgeschnittenen Räder gegeben werden muß, indem man den Durchmesser f g des Kegels a bis e verlängert, und aus diesem in der Axe c d liegenden Punkte mit dem Halbmesser e f einen Kreis beschreibt. Während der Wälzung dieses Kreises, der sich mit f g in derselben Ebene, gegen die Axe c d aber unter dem Winkel f e c geneigt, dreht, beschreibt ein in demselben angenommener Punkt auf dem Umfange von f g die

epicycloidische Form des Zahns, der auf den Kegel schräg aufgesetzt, sich gegen die Spitze c hin allmählich verjüngt.

§. 87.

Wenn man sich in praktischen Fällen nicht an die im vorigen §. angegebenen Regeln hält, so verläßt man sich auf Etwas, worauf ein guter Arbeiter sich nie verlassen soll, nähmlich darauf, daß die Maschine sich selbst reguliren, oder, daß die Zähne des Räderwerkes sich durch die wiederhohlte Reibung von selbst abschleifen sollen. Dieses Abschleifen erfolgt nun zwar wirklich nach längerer Zeit, und die Zähne nehmen dabey allerdings eine dem ruhigen Eingriffe dienliche Form an; wer wird aber, um die Maschine in guter Wirksamkeit zu sehen, warten wollen, bis sie fast zu Grunde gerichtet ist? Es bleibt daher immer nöthig, der Verzahnung gleich zu Anfang die zweckmäßigste — wenigstens eine dieser nahe kommende — Einrichtung zu geben, und nur die wenigen hierbey nicht zu vermeidenden Mängel im Eingriff sich selbst heben zu lassen. Hierbey kann es von Nutzen seyn, dem Vorschlage des berühmten de la Hire zu folgen, und die Berechnung der Räder so zu veranstalten, daß die Zahl der Triebstöcke oder Zähne eines Getriebes nicht ohne Bruch in der Zähne-Anzahl des darein greifenden Rades enthalten ist. Bey dieser Einrichtung vermeidet man die zu oft wiederhohlte Berührung eines und des nähmlichen Zahnes an Rad und Getrieb. Hätte z. B. das Rad 24 Zähne, und das Getrieb deren 6, so käme an den ersten Zahn des Getriebes nach der Ordnung der Zahn 1, 7, 13, 19 des Rades, hierauf wieder der Zahn 1, 7 u. s. w. Gibt man aber dem Rade nur 23 Zähne, so käme der Zahn 1, 7, 13, 19, 2, 8, 14, 20, 3, 9, 15, 21, 4, 10, 16, 22, 5, 11, 17, 23, 6, 12, 18, und dann erst wieder der Zahn 1, 7 u. s. w. in der nähmlichen Reihe, an einen gewissen Zahn oder Triebstock des Getriebes. Den nähmlichen Zweck würde man erreichen, wenn man dem Rade 25, statt 24 Zähne gegeben hätte; dann wäre die Ordnung der angreifenden Radzähne folgende: 1, 7, 13, 19, 25, 6, 12, 18, 24, 5, 11, 17, 23, 4, 10, 16, 22, 3, 9, 15, 21,

a, 8, 14, 20 — 1, 7, 13 u. s. w. — Dadurch werden alle Zähne und Triebstöcke besser an einander abgeschliffen, sie nehmen eine gleichförmigere Gestalt an, und geben einen sanftern Eingriff *).

Auf diese Art würde man das früher (§. 80) als Beyspiel angenommene Räderwerk, bey welchem das letzte Getrieb, während einer Revolution des ersten Rades, 120 Umläufe machen soll, aus drey Rädern und eben so vielen Getrieben dergestalt construiren, daß die Räder A 40, B 48, C 30; die Getriebe aber a 6, b 10, c 8 Zähne bekämen. Dann wäre, wie dort (§. 80) die Geschwindigkeit des Getriebes c im Verhältnisse zu dem Rade A $= \left(\frac{40 \times 48 \times 30}{6 \times 10 \times 8}\right) 120.$

§. 88.

3.) Eine hinreichende Stärke der Zähne, wodurch die gänzliche Abnützung möglich weitest hinausgerückt wird. Die Dicke der Zähne und Triebstöcke richtet sich nach der Stärke des Widerstandes, den sie auszustehen haben, und nach den Eigenschaften des Materiales, woraus sie gemacht sind. Es wäre thöricht, einem Rade von 12 Zoll Durchmesser so kleine und schwache Zähne zu geben, als man sie an den Rädern der Taschenuhren findet. Eine überflüssige Dicke hingegen gibt wieder zu einer schädlichen Reibung Anlaß, so wie eine zu geringe der Dauerhaftigkeit schadet. Man macht gern die Triebstöcke oder Zähne eines Getriebes etwas stärker, als die Zähne des darein

*) In Fällen, wo das gegenseitige Abschleifen der Zähne noch nicht in hinreichendem Grade geschehen ist, findet man (vorausgesetzt, daß die Zähne und Räder klein, die bewegende Kraft gering, und die Arbeit an der Maschine schlecht sey, wie z. B. bey weniger sorgfältig ausgeführten Uhren) oft Schwierigkeiten genug, dem Eingriffe die vorige Leichtigkeit zu geben, wenn man nach dem Zerlegen der Theile nicht mehr im Stande ist, die früher im Eingriff mit einander gewesenen Zähne wieder zusammen zu bringen.

greifenden Rades; denn jene haben, da ihre Anzahl geringer ist, den Druck öfter auszustehen, nutzen sich daher geschwinder ab, als diese. Um die Reibung zwischen gezahnten Rädern, oder andern mit Zähnen versehenen Maschinentheilen, möglichst zu vermindern, läßt man sie (wo dieses angeht) aus sehr harten, und zwar aus verschiedenen Materien bestehen, macht z. B. die Räder aus Messing, die Getriebe aus Stahl, oder auch die Räderzähne aus Weißbuchenholz, die Triebstöcke hingegen aus Holz vom wilden Apfelbaume ꝛc. Sogar gläserne Triebstöcke sind vorgeschlagen und versucht worden; desgleichen Triebstöcke, welche nicht fest, sondern um ihre Axe beweglich, zwischen die Scheiben des Trillings eingesetzt sind, um sich weniger zu reiben. Es muß hier auch der Vorschlag erwähnt werden, die Triebstöcke hohl zu machen, und mit Fett zu füllen, welches durch eigends dazu angebrachte kleine Oeffnungen ausschwitzen, und die Zähne des eingreifenden Rades schlüpfrig erhalten soll (!). — In der neuern Zeit ist die Gewohnheit allgemeiner geworden, das Räderwerk für größere Maschinen aus Eisen zu gießen. Für diesen Fall ist es oft gut, die (eisernen oder hölzernen) Zähne (wie das bey hölzernen Rädern in der Regel jedesmahl geschieht) besonders zu verfertigen, und in den Radkranz einzukeilen; weil man bey dieser Vorsicht jeden Zahn, der etwa schadhaft werden oder brechen sollte, durch einen neuen zu ersetzen im Stande ist.

§. 89.

Die Verzahnungen überhaupt, so wie wir sie bisher theoretisch und praktisch behandelt haben, machen eines der wichtigsten und allergewöhnlichsten Mittel zur Fortpflanzung der Bewegung aus; und da es im Plane dieses Werkes liegt, die Anwendung der vorgetragenen Lehren durch ausgewählte Beyspiele anschaulich zu machen, so werde ich im Nachfolgenden mehrere der interessantesten Fälle, in welchen Verzahnungen zu irgend einem Zwecke, und unter irgend einer Gestalt benützt werden, anführen und aus einander setzen.

Gemeine verzahnte Räder werden in der Mechanik, nahmentlich auch in der technologischen, außerordentlich häufig

angewendet, und man bedient sich ihrer bey fast allen großen Maschinen zur Uebertragung einer Bewegung auf verhältnißmäßig geringe Entfernungen. Ein gemeines Beyspiel, welches ich hier bloß seiner Einfachheit wegen, ausshebe, ist das Räderwerk der Mahlmühlen, welches aus einem an der Wasserradwelle sitzenden Kammrade, und einem (wie Taf. X, Fig. 16) darein greifenden Trillinge besteht, an dessen Axe der bewegliche (obere) Mühlstein, oder Läufer befestigt ist. — Aber auch selbst bey kleinen Verrichtungen und Werkzeugen findet man häufig gezahnte Räder. Einen Fall dieser Art sieht man an dem Fig. 15 (Taf. XI) in der Seitenansicht gezeichneten Zündlochbohrer, der in Gewehrfabriken zum Ausweiten der Zündlöcher verwendet wird, und diesem Gebrauche seine eigenthümliche Form verdankt, die ihn mehr in der Art der Bewegung, als in der Gestalt des bohrenden Theiles von andern Bohrwerkzeugen unterscheidet. Bekanntlich erweitert sich das Zündloch eines jeden Feuergewehres konisch nach innen zu, damit das Ladungspulver dem Zündkraute nahe liegen könne, ohne daß man gezwungen ist, dem Zündloche einen zu großen Durchmesser zu geben. Nun hat man aber unter den gewöhnlichen Bohrwerkzeugen keines, mit welchem man bequem in das Innere eines Flintenlaufes gelangen könnte; es ist daher die folgende, gewiß sehr sinnreiche Vorrichtung ausgedacht worden. Zwischen zwey schmalen eisernen Platten, die durch zwey Schrauben i und k vereinigt, die Fassung des ganzen Werkzeuges bilden, liegen fünf kleine in einander greifende gezahnte Räder a, b, c, d, e, an deren erstem der aufwärts gekehrte konische Ausreiber oder Versenker f sitzt, während die lange Axe g des letzten, welche zur bessern Unterstützung in einem Stegel liegt, mittelst einer Kurbel h umgedreht werden kann. Steckt man den vordern Theil dieses ganzen Apparates so weit in das hintere Ende des Flintenlaufes, daß die nach oben gekehrte Spitze des Ausreibers f auf das schon vorgebohrte, nur noch zu erweiternde Zündloch trifft, so wird man durch Umdrehen der Kurbel seinen Zweck auf das Beste erreichen. Die Zähne-Anzahl der Räder a, b, c, d, e, ist ziemlich gleichgültig, doch darf sie nie sehr bedeutend seyn, da-

mit durch die Vergrößerung dieser Räder das Einbringen des Instrumentes in den Flintenlauf nicht erschwert werde. Wir wissen schon nach dem Vorhergehenden (§. 82), daß auf die Schnelligkeit der Umdrehung des Rades a und des an seiner Axe sitzenden Versenkers, bloß die Größe dieses Rades selbst, und jene von e Einfluß hat; man gibt daher beyden solche Zähne-Anzahlen, daß a bey einem Umgange der Kurbel beyläufig drey Umdrehungen macht. An dem vor mir liegenden Werkzeuge, welches der Zeichnung als Grundlage diente, hat e 18 Zähne, jedes der übrigen Räder aber besitzt deren sieben.

Eine der beschriebenen ganz ähnliche Räderverbindung findet sich an der von dem Engländer Machell vorgeschlagenen Ringsäge (Jahrbücher des k. k. polytechnischen Institutes in Wien, Bd. II. S. 380).

Zu den interessantesten Beyspielen von der Anwendung verzahnter Räder bey bloßen Werkzeugen gehört ein von dem sächsischen Hüttenfactor Fritz erfundener Bohrer *), der zum Gebrauch auf Metalle deßwegen sehr zu empfehlen ist, weil er die Ausübung einer großen Gewalt möglich macht. Auf Tafel XI (Fig. 13) ist derselbe so vorgestellt, wie er für die mit dem National-Fabriksproducten-Kabinete am polytechnischen Institute verbundene Sammlung von Musterwerkzeugen verfertigt wurde **). Der Hauptheil dieses Werkzeuges ist eine runde eiserne Spindel q q, in welche bey p die Bohrspitze n gesteckt wird. Diese Hülse steckt in einer messingenen, genau cylindrischen Röhre k, in welcher sie sich drehen soll, ohne irgend einer andern Bewegung fähig zu seyn. Zu diesem Ende ist die Spindel an dem Hin- und Herschieben in der Röhre einerseits durch ein über die Röhre vorstehendes Plättchen i, anderseits durch ein zweytes solches, mittelst der Schraubenmutter e befestigtes Plättchen f gehindert;

*) Magazin aller neuen Erfindungen ꝛc. Bd. VI. S. 215.

**) Ich erwähne dieses Umstandes ausdrücklich, weil die innere Einrichtung des Bohrers in der angegebenen Quelle gar nicht gezeichnet, und eben so wenig deutlich beschrieben ist.

um aber auch die Reibung zwischen Röhre und Spindel nach Möglichkeit zu vermindern, ist von o bis l, die letztere etwas dünner gedreht; so daß sie nur an ihrem obern und untern Ende die innere Wand der Röhre berührt. An das Rohr ist, um den Bohrer bequem halten zu können, ein rundes Heft a geschraubt, welches hier im Durchschnitt gezeichnet wurde, damit man die innerhalb desselben liegenden Theile sehen möge. In den obern Theil dieses Heftes ist ein stählernes Plättchen b eingelassen, welches auf seiner einwärts gekehrten Seite mit einer kleinen Vertiefung versehen ist, um das spitzig zugehende Ende der an die Spindel q geschnittenen Schraube c aufzunehmen. Man kann auch auf der äußern Seite dem erwähnten Plättchen eine solche Vertiefung geben, damit der ganze Bohrer in das Bohrgestell, dessen sich die Schlosser gewöhnlich bedienen, eingespannt werden könne, weil er dann erst seine Dienste im vollkommensten Grade leistet *).

Es erübrigt uns noch die Beschreibung der Art, wie das Umdrehen des Bohrers selbst geschieht. Das Mittel hierzu sind ein paar in einander greifende Kegelräder d und g, von welchen das zuletzt genannte an der Spindel q, das erstere aber mittelst einer eisernen Klammer an der Röhre k fest ist. Man dreht das Rad d durch die Kurbel h um, und pflanzt so die Bewegung auf g fort, welches eine geringere Anzahl von Zähnen besitzt, als jenes. Neben dem Vortheil, daß man durch dieses Mittel eine große Kraft beym Bohren von Metallen auszuüben vermag, entspringt aus der beschriebenen Bauart auch noch der Nutzen, daß die Drehung des Bohrers immer nach vorwärts gerichtet ist, während die meisten andern bekannten Arten von Metallboh-

*) Das hier gemeinte Bohrgestell besteht aus einem Gerüste von hölzernen Balken oder eisernen Stangen, in welches der Bohrer (gewöhnlich eine sogenannte Brustleyer) senkrecht gestellt, und durch eine von oben darauf wirkende, mit einer Spitze versehene Schraube, die man nach und nach umdreht, gegen die im Schraubstock befestigte Arbeit gedrückt wird.

rern ſich ſchnell hinter einander abwechſelnd vor- und rückwärts drehen, wobey natürlich die Hälfte der aufgewendeten Zeit faſt ohne Wirkung verloren geht.

Den zur Verwandlung des Garnes in Strähne beſtimmten Haſpeln oder Weifen gibt man häufig eine ſolche Einrichtung, daß ſie die beym Aufwickeln des Garns gemachten Umdrehungen ſelbſt zählen, und durch den Schlag eines Hammers oder das Läuten eines Glöckchens den Arbeiter mahnen, das Unterbinden der Fäden vorzunehmen, wenn die hinreichende Anzahl derſelben aufgewunden iſt. Vorzugsweiſe bedarf man einer ſolchen Einrichtung in den Baumwollſpinnereyen, wo die Garnſträhne ſämmtlich eine genau beſtimmte Fäden-Anzahl haben müſſen. Wie ein ſolcher Haſpel gebaut ſeyn könne, erſieht man aus Fig. 8 (Taf. XI). Die Arme des Haſpels ſind dort mit q, die Richtung ihrer Umdrehung beym Aufwickeln iſt durch einen Pfeil bezeichnet. An der Axe des Haſpels ſitzt ein Trilling d von 6 Zähnen, welcher ein mit 60 Zähnen verſehenes Rad a umdreht. An der Welle dieſes Rades befindet ſich ein anderes, ebenfalls mit 6 Triebſtöcken verſehenes, Getrieb c, welches wieder in ein 60 zähniges Rad b eingreift. Man ſieht hieraus, daß ſich der Haſpel ſelbſt 100 mahl herumdrehen muß, bis das Rad b einmahl umgeht. Auf der Fläche dieſes letztern befindet ſich ein Stift h, der bey jedem Umgange desſelben einmahl einen an der Welle l befindlichen Hebel gm, der vorn einen hölzernen Hammer m trägt, zurückdrückt, ſo, daß der Hammer, wenn der Stift vorüber iſt, durch ſeine eigene Schwere fällt, und an das Bretchen o ſchlägt. Wie geſagt, geſchieht dieſes dann, wenn das Rad b einmahl, der Haſpel alſo 100 mahl ſich umgedreht hat; und der Arbeiter wird durch den Schlag des Hammers benachrichtigt, daß 100 Fäden um den Haſpel gewickelt ſind. Will man das Zählen noch weiter treiben, ſo kann man der Axe des letzten Rades, b, wieder ein ſechszähniges Getrieb geben, und dieſes noch in ein Rad mit 60 Zähnen eingreifen laſſen. Das letztere wird mithin erſt bey 1000 Umdrehungen des Haſpels einen Umgang vollbringen, es kann daher an ſeiner Axe einen

Zeiger tragen, und mittelst dessen auf einem in 10 Theile getheilten Zifferblatte die Schläge des Hammers zählen, die man also auch nicht im Gedächtnisse zu behalten braucht. — Die vorstehende Berechnung ist, wegen ihrer Einfachheit, bloß als Beyspiel gewählt worden. Die Strähnchen oder so genannten Schneller, in welchen das Baumwollengarn verkauft wird, haben aber weder 100 noch 1000 Fäden; sondern ein jeder solcher Schneller enthält 7 Unterbänder, deren jedes wieder 80 Fäden (von 54 engl. Zoll Länge) faßt. Um für diese Weifungsart den beschriebenen Haspel einzurichten, hat man nur nöthig, den Rädern andere Zahlen von Zähnen zu geben, z. B. folgende: dem Rade a 48, dem Rade b 60, und dem Rade, welches den Zeiger trägt, 42 Zähne; den Trillingen aber durchaus sechs Triebstöcke. Bey dieser Berechnung wird der Hammer schon nach 80 Umdrehungen des Haspels schlagen, mithin den Arbeiter benachrichtigen, daß die Zeit des Unterbindens gekommen sey. Das Zifferblatt aber wird man in 7 Theile theilen müssen, weil das letzte Rad mit dem Zeiger nach 7 Schlägen des Hammers, von der Zahl 7 über 1, 2, 3 u. s. w. wieder auf 7 zurückkommt. Jedermann wird auch leicht einsehen, wie man statt des Hammers ein Glöckchen anzubringen im Stande sey, ohne die übrige Einrichtung im Mindesten zu ändern.

Zu den allgemein bekannten Anwendungen der gezahnten Räder gehören die gemeinen Bratenwender, deren Beschreibung wir uns hier ersparen, da eine nahmentliche Hinweisung auf diese sinnreich gebauten, in den wesentlichsten Theilen mit dem Mechanismus der Uhren zusammenstimmenden, Maschinen genügend scheint.

§. 90.

Ein Beyspiel von mehr zusammengesetztem Räderwerke, dem wir wegen seiner Wichtigkeit einen eigenen §. widmen, ist die Taschenuhr, welche, nebst den übrigen Arten von Uhren, zu den allersinnreichsten Erfindungen gehört, die der menschliche Scharfsinn jemahls hervorbrachte.

In Fig. 5, auf Taf. XII, ist eine gemeine Taschenuhr,

welche bloß Stunden und Minuten zeigt, im sehr vergrößerten Profile abgebildet, so zwar, daß man daran alle zum Wesen der Maschine gehörigen Theile sehr deutlich sehen kann. Ich werde bey der nachfolgenden Beschreibung bloß auf diese wesentlichen Bestandtheile Rücksicht nehmen, und von den unwesentlichen, welche es eigentlich sind, die die Uhr anscheinend so zusammengesetzt machen, ganz absehen. Zu jenen unwesentlichen Theilen (die es wenigstens für meinen gegenwärtigen Zweck sind) zähle ich unter andern alle kleinen, bloß zur Befestigung dienenden, Schrauben und Vorsteckstifte, ferner die Stege und Kloben, in welche die Zapfenlöcher der Räder-Axen gebohrt sind, den so genannten Vorfall (§. 38) u. s. w.

Der größte Theil des Werkes einer Taschenuhr, nähmlich das eigentlich sogenannte Lauf- oder Geh-Werk, ist zwischen zwey kreisrunden messingenen Platten enthalten, von denen die eine, aa, die Klobenplatte, die andere aber, bb, die Pfeilerplatte genannt wird, weil an dieser letztern die vier Pfeiler der Uhr befestigt sind; außerdem umschließt das punktirte Zifferblatt, cc, ebenfalls einige Theile, welche zur unmittelbaren Bewegung der Zeiger dienen, und zusammen das so genannte Zeiger-, Weiser- oder Vorlege-Werk bilden.*) Die Bewegung der Uhr geht von dem Federhause h aus, in welchem die spiralförmig zusammengewundene, und vorher aufgezogene Feder liegt; sie pflanzt sich ferner mittelst der Kette k auf die Schnecke i fort, an deren dickerem Theile das erste Rad der Uhr, das so genannte Schneckenrad m, sich befindet. Obschon das Federhaus und die Schnecke zu den wichtigsten Theilen der Uhr gehören, so kann ich mich doch über beyde hier nicht weiter verbreiten, weil von der Einrichtung der Feder und

*) Man vergleiche mit der nachstehenden Beschreibung auch die Zeichnung Fig. 10 (Taf. IV), welche das Gehwerk der Uhr im Grundrisse, bey hinweggenommener Klobenplatte, vorstellt, und worin die sichtbaren Räder mit den nähmlichen Buchstaben bezeichnet sind.

ihres Gehäuses schon in der Abhandlung der bewegenden Kräfte (§. 25) die Rede war, der Schnecke aber, als einem höchst sinnreichen Mittel die Bewegung gleichförmig zu machen, ein eigener Abschnitt dieses Werkes gewidmet ist. (§§. 120, 121). Wenn sich durch die mittelbare Wirkung der Feder die Schnecke nach jener Richtung dreht, welche erfordert wird, um die Kette von ihrem Umfange abzuwickeln, so geht das Schneckenrad zugleich nach derselben Richtung mit um (ungeachtet es, wie wir bey einer andern Gelegenheit sehen werden, mit der Schnecke nicht eigentlich fest verbunden ist (§. 117)); es greift dabey mit seinen Zähnen in die Triebstöcke eines Getriebes n, an dessen Axe das so genannte Minutenrad oder große Bodenrad o sitzt. Die Zähne des Minutenrades greifen in jene des Getriebes q, mit welchem das Mittelrad oder kleine Bodenrad p an der nähmlichen Welle festsitzt. Von diesem Rade wird die Bewegung auf das dritte Getrieb r, und auf das Kronrad s fortgepflanzt. Diese ganze Räderverbindung würde jedoch (da der größte Theil derselben nicht unmittelbar zur Zeigerbewegung dient) zwecklos seyn, und man würde die Uhr gar nicht als Zeitmesser brauchen können, wenn man nicht die schnelle Bewegung aller Räder (welche von einer gewöhnlichen, ganz aufgezogenen Taschenuhrfeder kaum ein paar Minuten unterhalten wird) mäßigte, und mithin auf eine Dauer von vielen Stunden verlängerte. Zu diesem Zwecke dient die Hemmung der Uhr, welche wieder von verschiedener Art seyn kann, von der man aber in der Zeichnung die allergewöhnlichste vorgestellt sieht. Die Zähne des Kronrades setzen nähmlich das Getrieb t in Umdrehung; und an der Axe dieses letztern sitzt das Steigrad u, welches die Spindel v, und die mit der Spiralfeder versehene Unruhe w in Bewegung bringt. Von allen diesen Theilen wird späterhin (§. 131, u. s. w.) die Rede seyn; es möge uns einstweilen genügen, zu wissen, daß man es mittelst ihrer in der Gewalt hat, auf das Rad o so zurückzuwirken, daß sich dieses genau in einer Stunde einmahl um seine Axe dreht. Von diesem Erfolge, den man wirklich auf keine sinnreichere Art

hervorbringen könnte, als hier geschieht, hängt ganz und gar die Brauchbarkeit der Uhr zum Zeitmaaße ab; und das Rad o ist es demnach auch, von welchem unmittelbar die Zeigerbewegung ausgeht. Auf das über die Pfeilerplatte hervorragende Ende seiner Welle ist nähmlich ein genau passendes Rohr (das so genannte Minutenrohr) gesteckt, welches weiterhin sich in einen vierkantigen Zapfen g endigt, und dort den langen oder Minutenzeiger d trägt, der in einer Stunde einen Umgang auf dem Zifferblatte macht. Es handelt sich jetzt noch darum, auch die langsamere Bewegung des zweyten Zeigers hervorzubringen, der zwölf Stunden zu einem Umgange braucht, und daher die einzelnen Stunden auf dem Zifferblatte anzuzeigen im Stande ist. Hierzu dient das so genannte Zeiger- oder Vorlegewerk, welches einzig aus zwey Rädern und zwey Getrieben besteht, und zwischen der Pfeilerplatte und dem Zifferblatte so liegt, daß man es nur nach dem Abnehmen des letztern bemerken kann. An dem obenerwähnten Minutenrohre ist das Minutengetrieb z befestigt (s. auch Fig. 12), welches sich mithin bey der Bewegung des Rades o gleichfalls um seine Axe dreht, und in die Zähne des so genannten Wechselrades x eingreift. Mit dem letztern fest verbunden ist das Wechselgetrieb y, welches zuletzt auf das Stundenrad 3 wirkt. Dieses Rad ist natürlich an dem Minutenrohre nicht fest (weil es sich sonst mit diesem gleich schnell drehen müßte), sondern es ist ganz lose mittelst des so genannten Stundenrohres 2 (s. Fig. 13), welches außen den kurzen Zeiger e trägt, darauf gesteckt. Auf diese sinnreiche Art wird es möglich, daß beyde Uhrzeiger sich, scheinbar auf einer und der nähmlichen Welle, mit verschiedener Geschwindigkeit drehen. — Jedermann weiß, daß sich die beyden Zeiger auf dem Zifferblatte herumführen lassen, ohne daß sie dabey auf das Räderwerk zurückwirken. Dieses geht auch bey der beschriebenen Einrichtung sehr gut an; denn nicht nur läßt sich der kurze Zeiger e auf seinem Rohre 2 mit einiger Anstrengung drehen, sondern auch, wenn man mittelst des Schlüssels den vierkantigen Zapfen, worauf der lange Zeiger d steckt (oder aus

freyer Hand dieſen ſelbſt) herumbewegt, ſo geſtattet das Minutenrohr, weil es mit der Welle 5 des Rades o nicht ganz feſt vereinigt iſt, dieſe Bewegung wohl. Jede Verrückung des langen Zeigers aber hat auch eine verhältnißmäßige des kurzen zur Folge, woran der Eingriff zwiſchen den Theilen des Vorlegewerkes Schuld iſt.

So viel für jetzt, um einen hinreichenden Begriff von dem Räderwerke einer gemeinen Taſchenuhr zu geben. Es erübrigen nunmehr nur noch einige Worte über die Anzahl von Zähnen, welche man den Rädern und Getrieben dieſer ſinnreich ausgedachten Maſchine geben muß, um die verhältnißmäßige Geſchwindigkeit ihrer Theile auf die zweckmäßigſte Art hervorzubringen. Da man den neueren Uhren faſt durchaus eine ſolche Einrichtung gibt, daß die Schnecke i in ſechs Stunden einen Umgang um ihre Axe vollendet, die Geſchwindigkeit des Rades o aber immer unverändert eine und dieſelbe bleibt (nähmlich eine Umdrehung in der Stunde); ſo folgt hieraus von ſelbſt, daß man dem Schneckenrade m ſechsmahl ſo viel Zähne geben müſſe, als dem Minutenrad-Getriebe n, in welches es eingreift. Die Zähne-Anzahlen der übrigen Räder und Getriebe, aus denen das Gehwerk beſteht, berechnet man ſo, daß die für die jedesmahl angewendete Hemmung angemeſſenſte Geſchwindigkeit des Kronrades (s) herauskommt. In ein größeres Detail über dieſen Gegenſtand werde ich erſt dann eingehen können, wenn ich von den verſchiedenen Arten der Hemmung ſpreche (§. 131 ꝛc.) Einſtweilen führe ich hier drey Beyſpiele von neueren Taſchenuhren an, in welchen die Zahlen der Räderzähne folgendermaaßen gefunden wurden:

	A.	B.	C.	
Schneckenrad (m) . .	72	— 72	— 60	
Minutenrad (o) . .	80	— 68	— 60	
Mittelrad (p) . .	84	— 52	— 50	
Kronrad (s) . . .	64	— 50	— 48	Zähne.
Minutenrad-Getrieb (n)	12	— 12	— 10	
Mittelrad-Getrieb (q)	8	— 6	— 6	
Kronrad-Getrieb (r)	8	— 6	— 6	

Wollte man nach diesen Angaben (wie §. 79 gelehrt worden ist) die Geschwindigkeit des Kronrades, d. h. die Zahl von Umdrehungen, welche es während einer Revolution des Schneckenrades macht, suchen, so findet man sie (da die Zähne-Anzahl des Kronrades selbst keinen Einfluß darauf hat) wie folgt:

$$A = \left(\frac{72 \times 80 \times 84}{12 \times 8 \times 8}\right) 630$$

$$B = \left(\frac{72 \times 68 \times 52}{12 \times 6 \times 6}\right) 589\frac{1}{3}$$

$$C = \left(\frac{60 \times 60 \times 50}{10 \times 6 \times 6}\right) 500$$

Das Zeigerwerk richtet man so ein, daß das Stundenrad (3) genau während jener Zeit eine Umdrehung macht, in welcher das Minutengetrieb (z) deren 12 vollbringt. Die Zahlen der Zähne, welche man den Theilen des Vorlegewerkes zu geben hat, sind (wie man sieht) ganz unabhängig von jenen des Gehwerkes. Es folgen hier drey Beyspiele von solchen Zeigerwerken, deren man sich noch mehrere nach (§. 80) berechnen kann.

	A.	B.	C.	
Minutengetrieb (z) . .	10	10	12	Zähne.
Wechselgetrieb (y) . .	8	10	10	
Wechselrad (x) . . .	30	40	40	
Stundenrad (3) . . .	32	30	36	

In allen diesen Fällen ist die Geschwindigkeit des Stundenrades die verlangte, denn man findet:

$$A. \quad \frac{30 \times 32}{10 \times 8}\left(\frac{960}{80}\right) = 12$$

$$B. \quad \frac{40 \times 30}{10 \times 10}\left(\frac{1200}{100}\right) = 12$$

$$C. \quad \frac{40 \times 36}{12 \times 10}\left(\frac{1440}{120}\right) = 12$$

Allen übrigen Uhren, sie mögen nun durch Federn oder Gewichte in Bewegung gesetzt werden, gibt man im Wesentlichen dieselbe Einrichtung, wie den Taschenuhren. Schlag- und Spielwerke, so wie verschiedene andere künstliche Vorrichtungen, die

man mit ihnen verbindet, sind ganz unabhängige Theile derselben, die hier nicht in Betrachtung kommen *).

§. 91.

Gezahnte Räder, die während der Drehung um die Axe zugleich ihre Stelle verändern (§. 84), werden bey manchen, wiewohl seltenen, Gelegenheiten angewendet; und ich werde hier die vorzüglichsten der mir bekannten Fälle, wo dieses geschieht, aufzählen.

Eine Verschiebung in gerader Linie (nach der Richtung der Axe) findet unter andern bey dem gezahnten Rade Statt, welches an der Schraube der großen, in den Papierfabriken gebräuchlichen Pressen sich befindet, und von einem eingreifenden Trillinge umgedreht wird, zugleich aber auch, der Bewegung der Schraube folgend, mit ihr auf- oder abwärts geht.

Bey einer neueren englischen Bohrmaschine hat man die auf Taf. XII (Fig. 19) abgebildete Vorrichtung angebracht. Der auszubohrende Cylinder liegt bey dieser Maschine horizontal, und ganz unbeweglich; in ihm dreht sich die Bohrstange a, deren vorderer Theil sammt dem Cylinder und seinem Gestelle in der Zeichnung weggelassen ist. Die Bohrstange endigt sich hinten in eine Schraube bb, welche bey i ihre Mutter hat. Wäre diese letztere ganz unbeweglich, so würde die Spindel sich darin bey jeder Umdrehung um die Weite eines Ganges fortbewegen. Da man, um die Schraube hinreichend stark zu erhalten, derselben ziemlich grobe Gänge geben muß, so würde hieraus eine viel zu schnelle Bewegung der Bohrstange entstehen. Diese vermeidet man auf eine höchst sinnreiche Art dadurch, daß man auch die Schraubenmutter i sich drehen läßt, zwar nach derselben Richtung, wie die Spindel b, aber etwas langsamer als sie. Eine solche Drehung einstweilen vorausgesetzt, wird es klar, daß die geradlinige Bewegung der Spindel desto langsamer werden muß, je weniger die Schnelligkeit ihrer Drehung von jener, mit welcher

*) Doch wird gelegenheitlich von einem einfachen Schlagwerke ein Begriff gegeben werden (§. 119).

die Mutter sich umdreht, verschieden ist; denn vermöge ihrer eigenen Drehung sollte die Spindel b bey jeder Umdrehung um die Weite eines Schraubenganges von a nach i hin in der Mutter sich bewegen. Indem aber die letztere sich dreht, schiebt sie (da sie selbst in gerader Linie nicht fortgehen kann) die Spindel um etwas weniger als die Gangweite, von i nach a; es bleibt mithin nur die Differenz beyder Bewegungen, welche leicht auf die gehörige Schnelligkeit gebracht werden kann. Auf folgende Art geschieht dieses. Die Spindel a b trägt bey c ein fest mit ihr verbundenes gezahntes Rad; dieses greift in ein Rad d an der Axe f; letztere trägt an ihrem andern Ende ein Rad g, welches durch seinen Eingriff ein viertes Rad h, nebst der daran befestigten Schraubenmutter i in Bewegung setzt. Da beym Zurückschrauben der Spindel das Rad c seinen Platz verändert, so muß auch d demselben folgen, und doch sammt der Axe f sich drehen können. Zu diesem Zwecke besitzt die genannte Axe nach ihrer ganzen Länge eine Rinne oder Nuht, in welche eine Warze des aufgesteckten Rades d paßt. Letzteres ist zugleich mit einem über die Zähne hinausreichenden Rande e e versehen, gegen welchen das zurückgehende Rad c drückt, um die erwähnte gleichzeitige Schiebung von d zu bewirken (s. Fig. 20). Die Zähne-Anzahlen sämmtlicher Räder sind willkührlich, und hängen ab von der Größe der Schraubengänge auf b, so wie von dem Grade der Schnelligkeit, welchen man der Bohrstange zu geben wünscht. Hat etwa das Rad c, 23, und d 25 Zähne, so macht die Axe f nur $\frac{23}{25}$ oder $\frac{92}{100}$ einer Umdrehung, während c ganz herum kommt. Gibt man nun wieder dem Rade g 23, und h 25 Zähne, so vollbringt das letztere sammt der Schraubenmutter i $(\frac{92}{100} \times \frac{92}{100})$ $\frac{8464}{10000}$ einer Umdrehung, indem die Spindel b einmahl ganz sich umdreht. Wird die Steigung der Schraubengänge $= \frac{1}{4}$ Zoll gesetzt, so beträgt die Bewegung des Bohrers vermöge der Spindel eben so viel; jene, welche die Mutter nach entgegengesetzter Richtung hervorbringt, aber $\frac{1}{10000}$ Zoll; der Unterschied, oder die bey jeder Umdrehung wirklich vorgehende Schiebung, ist daher $\frac{1536}{10000}$ Zoll.

Weit häufiger sind die Fälle, wo ein gezahntes Rad im Kreise herum sich bewegt. Hierher gehört vorerst der von J. B. Eberenz *) erfundene Zirkel zur Verzeichnung von Epicycloiden (§. 86), den ich in Fig. 18 (Taf. XI) mit geringen Abänderungen, nach einem in Wien gearbeiteten Instrumente, gezeichnet habe. Dieses Werkzeug besteht aus einer Art von Stangenzirkel, von welchem ein Schenkel, h, ganz fest steht, während sich die Stange aa mit dem andern verschiebbaren Schenkel um ihn herumführen läßt. Der unten mit einer Spitze versehene Schenkel h geht zu diesem Behufe durch ein Loch in der Stange, in welchem er nur einen geringen Spielraum hat; um das ganze Instrument halten zu können, dient das Heft b. Der zweyte Schenkel ist viel kürzer als der erste, mittelst einer Hülse m auf der Stange verschiebbar, und durch eine Schraube n festzustellen. Jeder Schenkel trägt ein gezahntes Rad, jenes, c, am Schenkel h, ist mittelst der Schraubenmutter d ganz unbeweglich gemacht; das andere, f, wird zwar ebenfalls durch eine solche Mutter, e, gehalten, aber doch so, daß es sich frey um seine Axe drehen kann. Die Räder stellt man einander so nahe, daß ihre Zähne in einander greifen. Wird nun die Spitze h in irgend einen Punkt eingesetzt, und führt man, während das Heft b festgehalten wird, die Stange aa im Kreise herum, so beschreibt (nach §. 86) jeder Punkt in dem Umfange des beweglichen Rades f eine Epicycloide; und ist zugleich an diesem Rade eine kleine Reißfeder (wie in der Zeichnung bey g) befindlich, so ist das Mittel gegeben, die erwähnte Linie auf dem Papier zu verzeichnen. Um Epicycloiden verschiedener Größe darstellen zu können, muß man Räder von abweichenden Durchmessern (die mittelst eines in ihrem Mittelpunkte befindlichen Loches an die Schenkel des Zirkels gesteckt werden), vorräthig halten.

In der höhern Drehkunst bedient man sich zur Hervorbringung von Epicycloiden eigener Vorrichtungen, die auf die Spin-

*) Erste Gründe der Epicyclometrie, von J. B. Eberenz, Freyburg 1776.

del einer gemeinen Drehbank befestigt werden, und einigermaaßen nach Art eines Versetzkopfes (§. 65) wirken. Die Hauptabsicht bey solchen Maschinen ist das Verschlingen mehrerer Epicycloiden unter einander, wie man aus Fig. 14 (Taf. XII) sieht. Da die hier gezeichnete Linie von der Epicycloide (deren Construction §. 86 gelehrt worden ist) etwas abweicht, so erlaube man mir, hier über die Entstehung derselben das Nöthige vorauszuschicken, bevor ich zur Beschreibung der in Fig. 3 abgebildeten Vorrichtung übergehe.

Bey der Bildung der Epicycloide (§. 86) stellt man sich vor, daß der Kreis B (Taf. XII, Fig. 1) sich auf der Peripherie von A so fortwälze, daß eine gewisse Bogenlänge des erstern mit einer eben so großen Strecke auf letzterem in Berührung kommt. Nehmen wir aber jetzt an, die Axendrehung von B erhalte einen Zuwachs an Schnelligkeit, während die fortschreitende Bewegung dieses Kreises unverändert bleibt. Unter dieser Voraussetzung wird B, wenn er einen Umgang um seine Axe vollendet hat, (d. h. wenn der Punkt a wieder den Kreis A berührt) noch nicht in D, sondern etwa zwischen C und D seyn; kurz, er muß um desto weiter zurückbleiben, je größer der erwähnte Zuwachs an Schnelligkeit seiner Axendrehung war. Der Weg, den der Punkt a von einer Berührung des Kreises A bis zur andern zurücklegt, wird zugleich von der Epicycloide um desto mehr abweichen, und sich der aus der bloßen Axendrehung von B entstehenden Kreislinie in der Gestalt nähern, je schneller man die Axendrehung im Vergleich mit der fortschreitenden Bewegung annimmt. Da der Punkt a (oder irgend ein anderer Punkt am Umfange von B) jedesmahl eine Epicycloide vollendet, wenn der Kreis B einmahl um seine Axe herumgekommen ist, so wird die Anzahl solcher Linien, welche er auf A beschreiben kann, eben so groß seyn, als die Anzahl der Umdrehungen, welche er auf dem Kreise A macht, bis er von B aus über C und D wieder nach B zurückkommt. In dem durch die Zeichnung vorgestellten Falle beschreibt der Kreis B, dessen Durchmesser $\frac{1}{4}$ von dem Durchmesser des Kreises A ist, auf der Peripherie des letztern drey Epicycloiden,

weil sein Weg a f e auf dieser Peripherie genau gleich seiner eigenen ganzen Peripherie ist. Bey vergrößerter Schnelligkeit der Axendrehung hingegen haben die Linien, welche a durchläuft, die Gestalt der Fig. 14, und der genannte Punkt wird deren eine größere Anzahl als drey, immer aber desto mehr auf A beschreiben, je schneller die Drehung des Kreises B verglichen mit seinem Fortschreiten ist. — Man kann den oben angegebenen, und in Fig. 18 (Taf. XI) gezeichneten Zirkel auch so einrichten, daß er für die Hervorbringung der in Fig. 14 (Taf. XII) vorgestellten Linien taugt. Ich habe zu diesem Ende das feststehende Rad c nicht in das Rad f (dessen Zähne für diesen Fall überflüssig sind), sondern in ein damit verbundenes, und an der nähmlichen Axe sich drehendes kleines Getrieb eingreifen lassen, welches somit nebst dem Rade f und der Reißfeder g bey einer Umdrehung des Zirkels mehr Umläufe macht, als man bey dem Mangel dieser Einrichtung durch die verhältnißmäßige Größe beyder Räder erhalten könnte *).

Die auf der Drehbank anwendbare, oben schon erwähnte, und in Fig. 3 (Taf. XII) gezeichnete Vorrichtung, um die nach Art der Fig. 14 verschlungenen Linien zu ziehen, gründet sich ihrer Einrichtung und Wirkung nach auf die eben vorgetragenen Lehren. — Auf die Fläche der Docke, in welcher das vordere Ende der Drehbankspindel liegt, ist eine messingene Platte (Fig. 4) mittelst dreyer durch die Löcher a a und b gehender Schrauben befestigt, und diese Platte trägt einen gezahnten Ring c c, dessen mittlere Oeffnung für den Durchgang der Spindel bestimmt ist. An diese letztere wird die in Fig. 3 abgebildete runde Platte, welche ihren Mittelpunkt bey x hat, und alle übrigen Theile der Vorrichtung trägt,

*) Eberenz erhielt den nähmlichen Erfolg auf eine weit unvollkommenere Art, durch Schiefstellung der Reißfeder, deren Spitze dann einen größern Kreis beschrieb, als der Umfang des beweglichen Rades war, und sich doch eben so schnell bewegte, als dieses.

durch eine Schraubenmutter nach Art eines gewöhnlichen Futters aufgeschraubt. Hinter der Platte befindet sich zuerst ein gezahntes Rad l, welches in den Ring c c (Fig. 4) eingreift, wenn die Spindel nebst der Scheibe sich dreht. Weil aber jener Ring, als mit der Docke vereinigt, keiner Bewegung fähig ist, so wird das Rad l während des Eingriffes zugleich um seine Axe gedreht; und da es gleich viel Zähne mit dem Ringe c c besitzt, so vollendet es eben einen Umgang, wenn die Spindel einmahl sich herumbewegt. Die Axe des Rades l trägt auf der vordern Seite der Scheibe ein kleineres Rad oder ein Getrieb n, welches in ein drittes Rad o greift. Damit man nach Erforderniß (zu einem noch anzugebenden Zwecke) an die Stelle n Räder von verschiedener Größe einsetzen könne, läßt sich die Axe des Rades l (ohne daß dieses mit dem Ringe an der Docke außer Eingriff käme) sammt ihrem Stege m in einem Ausschnitte der Scheibe verrücken, und durch eine Schraube beliebig feststellen. Eine eiserne Platte d d, welche ungefähr zwey Linien dick seyn kann, steckt mit ihrem schmäleren Ende an der Welle des Rades o, um welche sie sich hin und wieder wenden läßt, damit man sie nach Erforderniß schief stellen kann. Ihr oberer Theil ist mit einem Zeiger versehen, und bewegt sich längs eines Gradbogens e e, mit dessen Hülfe die Schiefe dieser Stellung gemessen werden kann. Zur langsamen Führung der Platte d d ist eine Schraube h i bestimmt, welche bey i in einem Zapfen der großen Scheibe liegt, ihre Mutter aber bey p auf der Platte d hat. Sowohl diese Mutter als jener Zapfen müssen sich etwas drehen können, damit bey der Wendung der Platte die Schraube nie geklemmt werde. Die Feststellung von d d in einer bestimmten Lage kann auf verschiedene Art bewirkt werden, z. B. dadurch, daß die bogenförmige obere Seite abgeschrägt, unter die Skale e e gelegt ist, und von dieser unbeweglich gehalten wird, wenn man die drey darauf befindlichen Schrauben r r r anzieht. Die Platte d trägt ein gezahntes Rad g, welches durch den Eingriff des Rades o gedreht wird, während die Platte selbst fest steht;

und auf einen im Mittelpunkte dieses Rades befindlichen Hals schraubt man das Futter k, in welchem das Arbeitsstück eingespannt ist.

Die Räder g und o können begreiflicher Weise nie aus dem Eingriff kommen, weil die Entfernung ihrer Mittelpunkte unter allen Umständen dieselbe bleibt; mit jeder Bewegung der Drehbankspindel ist daher auch eine Drehung des Rades g und des Arbeitsstückes verbunden, wobey alle Räder sich nach den durch die Pfeile angegebenen Richtungen bewegen. Befindet sich nun der Mittelpunkt der Arbeit in dem Mittelpunkte x der großen Scheibe, oder (was gleich viel ist) in der Axe der Spindel, wobey die Platte d den Anschlag f berührt; so beschreibt jeder durch das Anhalten des Drehstahls bezeichnete Punkt auf der eingespannten Arbeit einen mit dem Umfange derselben concentrischen Kreis. Rückt man hingegen die Platte d, indem man sie schief stellt, aus dem Mittel, und denkt man sich einstweilen die Räderverbindung weg, so wird der Drehstahl zwar gleichfalls einen Kreis beschreiben, dessen Mittelpunkt x aber, nach Verschiedenheit des Grades der Excentricität, mehr oder weniger von dem Mittelpunkte der Arbeit absteht. Geht nun die letztere zugleich langsam um ihr Centrum, so vereinigt sich mit der Axendrehung des aus x beschriebenen Kreises eine fortschreitende Bewegung desselben, und alle Bedingungen zum Entstehen der Epicycloide sind gegeben. Die Zahl dieser Krümmungen, welche der Drehstahl bey einem Umgange der Arbeit beschreiben kann, hängt (wie man aus dem Obigen weiß) ab von der verhältnißmäßigen Schnelligkeit beyder Bewegungen, d. i. von der Anzahl Umdrehungen, welche die Spindel während eines Zeitraumes macht, in welchen das Rad g sammt der Arbeit eine einzige vollbringt. Da das Rad l nebst dem Getriebe n bey jedem Umgange der Spindel einmahl um seine Axe sich dreht, das Rad o aber bloß zur Uebertragung der Bewegung dient, und auf die Geschwindigkeit derselben gar keinen Einfluß hat (§. 82), so hängt das berührte Verhältniß bloß von den Zähne-Anzahlen der Räder n und g ab. Hätte das letztere 120 Zähne, und gäbe man dem

Rade n deren 40, ſo würde man die in Figur 14 gezeichnete Verſchlingung von drey Epicycloiden erhalten. Die Zahl der verſchlungenen Krümmungen wächſt in demſelben Verhältniſſe, in welchem die Zahl der Zähne an dem Rade n abnimmt; damit man aber jedeswahl eine vollkommen geſchloſſene, und in ſich zurückkehrende Zeichnung erhalte, iſt darauf zu ſehen, daß die Zähne-Anzahl des Rades g durch jene von n ohne Bruch theilbar ſey, weil nur dann die Spindel während einer Umdrehung der Arbeit eine gewiſſe ganze Zahl von Umläufen macht.

Dem Zwecke und der Einrichtung nach einige Aehnlichkeit mit obigem Zirkel, und mit der eben beſchriebenen Vorrichtung hat die von dem Italiener Suardi erfundene geometriſche Feder, deren Hauptheile in Fig. 9 (Taf. XII) zu ſehen ſind. a iſt ein unbewegliches gezahntes Rad, um deſſen Axe ein der Länge nach aufgeſchlitztes Lineal b c frey ſich drehen läßt. Ein zweytes Rad i, welches nach Erforderniß in dem Ausſchnitte des Lineals verſchoben und feſtgeſtellt werden kann, greift entweder unmittelbar in das erſte ein, oder iſt mit dieſem durch ein dazwiſchen gelegtes Rad g verbunden. Alle dieſe Räder können von verſchiedener Größe gewählt, und nach Bedürfniß gegen andere ausgetauſcht werden. Die Axe des Rades i trägt unten eine Büchſe e, in welcher ſich das bey h mit dem Bleyſtifte verſehene Lineal f verſchieben läßt. Aus dem Vorſtehenden erhellet, daß, wenn man das Lineal b c um die Axe von a ſich herumdrehen läßt, das verzahnte Rad i nicht nur in einem von dem Halbmeſſer a d beſchriebenen Kreiſe fortſchreitet, ſondern auch zugleich um ſeine eigene Axe ſich dreht, und dieſe Bewegung dem bey h befindlichen Stifte mittheilt. Die krumme Linie, welche der Punkt h unter dieſen Umſtänden beſchreibt, hängt eben ſowohl von der Einrichtung des Räderwerkes, als von der verhältnißmäßigen Länge der Halbmeſſer a d und d h ab. Durch die Veränderung beyder iſt man im Stande, unzählige krumme Linien zu verzeichnen, welche alle von der Kreislinie verſchieden ſind, aber doch durch eine Verbindung kreisförmiger Bewegungen erzeugt werden.

Bey manchen Dampfmaſchinen, nahmentlich bey je-

nen des Engländers Watt, findet sich eine eigenthümliche Art der Verzahnung, welche die Bewegung des Balanciers auf das Schwungrad überträgt. Um hier meinen Lesern vollkommen verständlich zu seyn, muß ich im Voraus bemerken, daß die Kolbenstange des Dampfcylinders (st, Taf. I, Fig. 9) fast bey allen Dampfmaschinen an ihrem obern Ende mit einem doppelarmigen Hebel verbunden ist, der die erhaltene auf- und niederspielende Bewegung (§. 9) weiterhin fortpflanzt. de. (Taf. XI, Fig. 5.) Ist dieser Hebel, aber der sogenannte Balancier, der seinen Drehungspunkt in f hat, und hier an dem mit der Kolbenstange in Verbindung stehenden Ende abgebrochen ist. Von dem zweyten Arme hängt bei e eine Stange c herab, welche auf eine hinreichend feste Art mit dem Zahnrade a vereinigt seyn muß. Die Axe dieses, und jene eines andern gezahnten Rades, b, sind so durch eine eiserne Spange mit einander verbunden, daß a die Freyheit hat, sich auf dem Umkreise von b zu bewegen, ohne daß aber die Peripherien beyder sich von einander entfernen können; die Axe von b ist zugleich jene des Schwungrades g g, und von ihr aus wird die Bewegung weiter fortgepflanzt. Die Verzahnung der zwey Räder ist doppelt, wie man aus Fig. 6 sieht, so zwar, daß durchaus jeder Zahn der einen Hälfte dem Zwischenraume zwischen zwey Zähnen der andern sich gegenüber befindet. Beyde Verzahnungen (i i, Fig. 6) sind übrigens an dem Rade a durch einen vorspringenden Kranz h h von einander getrennt, welcher in eine entsprechende Rinne des Rades b zu liegen kommt. Alle diese Maaßregeln beabsichtigen bloß eine so weit als möglich gehende Genauigkeit und Gleichförmigkeit des Eingriffes, der sonst bey den oft wiederhohlten Stößen, denen die Verzahnung ausgesetzt ist, bald leiden würde. Man sieht nach dem bisher Gesagten leicht ein, daß die Bewegung des Balanciers die Stange c nebst dem damit verbundenen Rade a abwechselnd auf- und niederziehen muß, sobald die Kolbenstange des Dampfcylinders auf den andern Arm des Hebels ihre Wirkung beginnt. Weil aber das Rad a die Peripherie von b nicht verlassen kann, so theilt es diesem eine fortwährend nach einer und

derſelben Richtung gehende Kreisbewegung mit; das Schwungrad g, über deſſen Wirkungsart erſt ſpäter vollſtändige Aufklärung gegeben werden kann, dient nun in jenen Augenblicken, wo die Mittelpunkte der Räder in einer Vertikal-Linie ſich befinden, der Kraft des Balanciers nachzuhelfen, und ſomit jede Unterbrechung der Bewegung zu beſeitigen.

Um in gewiſſen künſtlichen Uhren die Bewegung der Erde um die Sonne bildlich vorzuſtellen, wird der in Fig. 14 (Taf. X) abgebildete, und ſchon oben (§. 84) beſchriebene Mechanismus angewendet; nur daß in dieſem Falle die Bewegung nicht mittelſt einer Kurbel, ſondern auf andere Art hervorgebracht wird. Befindet ſich z. B. die Sonne im Mittelpunkte des feſtliegenden Kreiſes a a, und trägt das Getrieb b das Bild der Erde, ſo wird ſich die letztere, während ihrem Fortgehen um die Sonne, auch zugleich um ihre Axe drehen, weil b in die Zähne von a eingreift. —

§. 92.

Die übrigen Arten der Verzahnung, von welchen wir jetzt noch zu ſprechen haben, beſtehen vorzüglich in gezahnten Kreisbogen und geraden verzahnten Stangen.

Verzahnte Bogen wendet man in mehreren Fällen an, jedoch nicht ſehr häufig, da ſie nie zur Erhaltung einer fortwährend nach einer und der nähmlichen Richtung gehenden Bewegung dienen können, und man zur Hervorbringung einer hin- und hergehenden Bewegung andere mechaniſche Mittel beſitzt, welche für die Ausführung von größerem Werthe ſind. Ein hierher gehöriges Beyſpiel ſind die ſo genannten Bogenzirkel der Metallarbeiter (Taf. XI, Fig. 4), bey denen die Stellung der Schenkel durch einen gezahnten Bogen b c geſchieht, der durch ein Loch des beweglichen Schenkels a geht, und in welchen bey n ein durch den von außen ſichtbaren Kopf umgedrehtes Getrieb eingreift. Die Verzahnung indeſſen gewährt kein ſicheres Mittel der Feſtſtellung, und man muß deßwegen immer noch eine Stellſchraube anbringen, welche den Schenkel a an irgend einer beſtimmten Stelle des Bogens feſthält. — Einen

gezahnten Bogen, in dessen Zähne ein Rad greift, findet man ferner an der sogenannten Stellung (Correction) der Taschenuhr (Taf. XII, Fig. 7), von welcher erst später (§. 133) ausführlich die Rede seyn kann.

Fig. 16 auf Taf. XII zeigt die Gestalt einer Siegelpresse, welche ebenfalls wegen ihrer Einrichtung hierher gehört. Das vierkantige Eisenstück h, welches unten das Siegel i trägt, schiebt sich wie gewöhnlich in einer Hülse g auf und nieder; es ist an seinem obern Ende, mittelst eines Gewindes k, an einen einarmigen Hebel befestigt, dessen Ruhepunkt sich bey f in der Stütze e befindet, und der bey b ein Gewinde mit dem gezahnten Rade l trägt. Während man nun beym Gebrauche der Presse den Arm a des Hebels faßt und niederdrückt, greifen die Zähne dieses Rades in den an d befestigten Bogen c; der ganze Hebel bewegt sich mithin abwärts, und das Siegel i wird auf den untergelegten Gegenstand mit großer Gewalt angepreßt. An Wirksamkeit steht diese Vorrichtung natürlich einer guten Schraubenpresse nach; allein sie ist leichter zu verfertigen, wohlfeiler, und nimmt verhältnißmäßig wenig Raum ein.

Sehr häufig sind jene Fälle, in welchen man sich der gezahnten Stangen bedient, um eine geradlinige Bewegung hervorzubringen. Bey den Bretschneidmühlen z. B. (Taf. XIII, Fig. 4) wird durch eine solche Stange o o, in welche das Getriebe n greift, dem Wagen a die langsam fortrückende Bewegung ertheilt, welche er nöthig hat, um den auf ihm liegenden Balken der auf- und niedergehenden Säge b, welche denselben zerschneiden soll, in der Richtung des Pfeils entgegen zu führen (§. 118). — An gewissen vertikalen Bohrwerken (Kanonenbohrmaschinen) geschieht das langsame Heben des Bohrers durch ein ähnliches Mittel. Die untere Fortsetzung des Bohrers ist nähmlich eine gezahnte Stange, welche von einem eingreifenden Getriebe langsam und gleichförmig hinaufgerückt wird. Weil eine gewöhnliche Verzahnung hierbey wegen des bedeutenden Druckes leicht Schaden leidet, so wendet man statt ihrer manchmahl die folgende Vorrichtung an. Man gibt nähmlich dem Getriebe statt der Zäh-

ne halbkugelförmige Hervorragungen, welche von eben so gestalteten Vertiefungen der Stange aufgenommen werden, und wegen ihrer Kürze nicht leicht einer Beschädigung unterworfen sind (Taf. XI, Fig. 20).

Die in England auf den Eisenbahnen (z. B. in Steinkohlenbergwerken) gebräuchlichen Dampfwägen, welche, ohne Pferde, bloß durch eine darauf befindliche Dampfmaschine in Bewegung gesetzt werden, biethen ebenfalls ein hierher gehöriges merkwürdiges Beyspiel von der Anwendung verzahnter Stangen dar. An jedem solchen Wagen befinden sich nähmlich außer den gewöhnlichen vier Rädern noch zwey an einer Axe sitzende Zahnräder, welche in zwey zu beyden Seiten der Straße liegende gezahnte Stangen eingreifen, und somit ihre von der Dampfmaschine erhaltene Bewegung dem ganzen Wagen mittheilen. — Hin und wieder bey Ziehwerken (Ziehbänken) zum Drahtziehen bedient man sich einer gezahnten Stange, an welcher die den Draht fassende Zange befestiget ist. Ein von der Hand des Arbeiters mittelst einer Kurbel gedrehtes Getrieb greift in diese Stange, und bewirkt so das Zurückgehen der Zange, und das Durchziehen des Drahtes durch das Loch des Zieheisens.

Den Stampfern mancher Pochwerke, bey denen man einen sehr hohen Hub bezweckt, gibt man ebenfalls Zähne. Ein an einer Welle sitzender, und nebst dieser sich drehender, gezahnter Kreisbogen greift in jene Verzahnung, und verrichtet so das Heben auf eine Art, welche man aus Fig. 15 (Taf. X) deutlich ersehen wird. — Die gemeine Wagenwinde der Fuhrleute besteht aus einer gezahnten Stange, in welche ein von der Kurbel herumbewegtes Getrieb eingreift. Man gibt diesem nützlichen Instrumente auch oft eine solche Einrichtung, daß das erste, an der Kurbel sitzende Getrieb in ein etwas größeres Rad, und das Getrieb dieses letztern erst in die Stange eingreift, wodurch natürlich bedeutend an Kraft gewonnen wird. — Fig. 14 auf Taf. XI zeigt die Einrichtung eines Zirkels, mittelst dessen man aus Papier oder Pappe kreisrund Scheiben ausschneiden kann. Der Haupttheil dieses

Instrumentes ist gleichfalls eine gezahnte Stange, u u, deren ein Ende die mittelst der Schraube t gehaltene Schneide s (Seitenansicht in r) trägt, während die dem Kreise zum Mittelpunkte dienende Spitze w, mittelst einer Hülse, darauf verschiebbar ist, durch das Umdrehen eines Getriebes v hin und wieder geführt, und an der beliebigen Stelle durch eine in der Zeichnung nicht sichtbare Schraube befestigt wird. Das Heft x dient zum Drehen des Zirkels. — Ein merkwürdiges und interessantes Beyspiel von der Anwendung gezahnter Stangen, sind die, nach älterer Einrichtung gebauten französischen Kassenschlösser (Taf. XI, Fig. 7). Ungeachtet das hier abgebildete Schloß von außen zwölf Riegel zu haben scheint, besitzt es doch deren nur sechs; weil jeder Riegel mit zwey Köpfen (a a) versehen ist. Der erste, nach der Länge des Kastens liegende Hauptriegel d, wird bey f, (wo er eine gewöhnliche Zuhaltung besitzt) mit Hülfe des durch g eingesteckten Schlüssels geschoben; er ist an zwey Stellen gezahnt, und wirkt hier auf zwey Getriebe c c. Indem sich diese nach der nähmlichen Richtung umdrehen, greifen sie in die Zähne der übrigen Riegel (d, b, b′, b″, und b‴) welche somit alle zugleich hinaus oder herein bewegt werden. Zur Sicherung ihrer Lage schieben sich sämmtliche Riegel, mittelst langer Einschnitte, auf vier eisernen Stiften, e e e e. — Endlich sind ein paar hierher gehörige Vorrichtungen in Fig. 11 und 12 (Taf. XI) abgebildet. Fig. 11 braucht man unter andern bey Luftpumpen, deren Kolbenstangen a a oben gezahnt sind, und durch abwechselndes Vor- und Rückwärtsdrehen des Rades c auf und ab bewegt werden. — Fig. 12 ist beyverschiedenen Arten von Pumpen zu gebrauchen, und die Kolbenstange a wird hier abwechselnd auf und nieder gezogen, während sich das zur Hälfte gezahnte Rad b immer nach einer und derselben Richtung dreht, und wechselweise auf einer und der andern Seite des einwärts gezahnten Rahmens eingreift. Die Art, wie dieses geschieht, ist aus der Zeichnung hinlänglich zu ersehen. So sinnreich übrigens diese Einrichtung ist, so hat sie doch das Ueble, daß der Angriff der Zähne nie ohne

vieles Stoßen vor sich geht, wodurch natürlich die Gleichförmigkeit der Bewegung leidet.

§. 93.

Zu den Verzahnungen muß man gewissermaßen auch jene Fälle rechnen, wo man sich ganzer gekerbter (kannelirter oder geriffelter) Walzen bedient, um sie in einander eingreifen zu lassen, und einen dazwischen gebrachten Körper entweder zu zerdrücken oder zu biegen, je nachdem er zerbrechlich oder dehnbar ist. So läßt man für manche Zwecke den geplätteten Gold- und Silberdraht zwischen zwey Cylindern dieser Art durchgehen, wodurch er eine im Zikzak gebogene Form annimmt. Eine gekerbte Walze, deren Durchschnitt beyläufig wie ein Stirnrad mit dreyeckigen Zähnen aussieht, ist in Fig. 11 auf Taf. XII perspektivisch gezeichnet. Man bedient sich dieser Walzen, außer dem angegebenen Falle besonders bey der Construction der seit mehreren Jahren in Vorschlag gekommenen Flachsbrechmaschinen, von denen ich hier drey der vorzüglichsten beschreiben werde.

Fig. 5 (Taf. XIII) zeigt den vertikalen Durchschnitt der von Christian in Paris angegebenen Brechmaschine. Diese besteht aus einer hohlen gußeisernen Trommel a, welche über ihren ganzen Umfang mit nach der Richtung der Axe laufenden abwechselnden Kerben und Zähnen versehen, und mit 14 eben so gestalteten kleineren Walzen umgeben ist. Sechs dieser letztern sind an dem mir bekannten Exemplare der Maschine (welches im Modellen-Kabinete des k. k. polytechnischen Institutes aufgestellt ist) von gegossenem Eisen, und in der Fig. mit b und d bezeichnet, während die acht übrigen, c, aus hartem Holz bestehen. Die Zähne aller kleinern Walzen greifen in die Kerben zwischen den Zähnen der Trommel a, und wenn somit der Cylinder b mittelst der daran befindlichen Kurbel umgedreht wird, so dreht er die Trommel nicht nur gleichfalls um, sondern theilt durch sie die Bewegung auch den übrigen Walzen mit. Man sieht schon, daß, wenn die kleinen Walzen der Trommel hinlänglich nahe stehen, jeder dazwischen gebrachte Körper von den Zähnen zerquetscht

werden müſſe. Dieſes iſt der Fall mit den gedörrten Flachsſtängeln, welche zwiſchen der Walze b und der Trommel in die Maſchine geleitet, von den Zähnen gefaßt und zerbrochen, endlich von der letzten Walze e wieder herausgeführt werden. Die während des Brechens vom Flachſe getrennten Holztheilchen haben zwiſchen den unteren Walzen Raum genug, um durchfallen zu können. Die Bewegung der Maſchine wird durch ein an der Welle der Walze b angebrachtes Schwungrad außerordentlich erleichtert. Ein Umſtand macht dieſe Brechmaſchine für meinen Zweck noch merkwürdig, nähmlich die einfache und ſinnreiche Art, wie die kleinen Walzen ſämmtlich gegen die Trommel angedrückt werden, und doch die Fähigkeit behalten, einigermaßen im Nothfalle einem übermäßigen Widerſtande nachzugeben. Das Zapfenlager einer jeden Walze befindet ſich in einem kleinen hölzernen Schieber, der zwiſchen zwey Leiſten des feſtſtehenden eiſernen Kranzes n n eingeſteckt wird. Eine ſtarke, an ihren Enden zuſammengeknüpfte Schnur iſt zweymahl um alle dieſe Schieber gelegt, wird unten von einem eiſernen Haken g gefaßt, und durch das Anziehen einer Flügelmutter h geſpannt. Die Schraube des Hakens geht aber nicht durch einen feſten Theil des Geſtelles, ſondern durch eine ſtarke eiſerne Feder i i, welche ſich mit ihren Enden gegen zwey im Gerüſte der Maſchine befindliche Querbalken k k ſtemmt. So iſt es eigentlich die Elaſticität dieſer durch die Schraubenmutter h geſpannten Feder, welche die Schnur ſtraff anzieht, und die Lager der Walzen ſämmtlich gegen die Trommel a hin preßt. Die Einrichtung der Schieber, in welchen ſich jene Lager befinden, ſieht man deutlich bey d', wo eine der eiſernen Walzen herausgenommen iſt. Dort, wo zum Einlegen des Flachſes ein etwas weiterer Raum zwiſchen den Walzen nothwendig iſt, liegt die Schnur zur Leitung auf einem unbeweglichen, übrigens aber eben ſo eingeſchobenen Holzſtücke c. Die beſchriebene Einrichtung muß natürlicher Weiſe zu beyden Enden der Walzen angebracht ſeyn.

Die große eiſerne Trommel der Chriſtian'ſchen Maſchine, welche bey ihrer Anſchaffung die meiſten Koſten verurſacht, hat

der Mechaniker Bellafinet in Paris dadurch zu beseitigen gesucht, daß er die Fig. 2 (Taf. XIII) im Durchschnitt vorgestellte Maschine construirte, welche aus fünf Paaren gekerbter Walzen besteht, die in einem Bogen über einander liegen. Jede der Walzen, aus denen die Maschine besteht, kann 2½ bis 3 Zoll im Durchmesser, und 15 Zoll in der Länge halten; die Anzahl ihrer Zähne ist aber verschieden. Die Walzen des ersten Paares, 11, zwischen welche die Flachsstängel von dem Bretchen c aus gebracht werden, besitzen 24 Auskerbungen an ihrem ganzen Umkreise; das zweyte Walzenpaar enthält deren 30, das dritte 35, das nächste 40, und das fünfte oder letzte 45. Diese Zunahme der Feinheit in den Auskerbungen ist nothwendig, damit das Holz der Flachsstängel nur allmählig in seine kleinsten Theile zerbrochen werde; und weil die einmahl schon zerknickten Stängel in der Folge weniger Gewalt zur Bearbeitung brauchen, so macht man auch nur die ersten zwey Walzenpaare (11, 22) aus Gußeisen, die übrigen aber aus hartem Holze (z. B. Buchsbaum oder Weißbuchen). Der gebrochene Flachs wird zuletzt, wie er aus dem Walzenpaare 55 hervorkommt, von einer gleichfalls hölzernen, und mit 45 Auskerbungen versehenen Walze 6 gefaßt, fällt von da auf ein schräg gestelltes Bret f, welches ihn aus der Maschine leitet. — Die Bewegung der ganzen Vorrichtung geht von der untern Walze des Paares 11 aus, an deren Axe sich die Kurbel h, und ein in der Zeichnung nicht sichtbares Schwungrad befindet. Die untere Walze eines jeden Paares trägt am hintern Ende ein gezahntes Rad, und über alle diese Räder ist eine Kette ohne Ende (z. B. eine Art von Gelenkkette oder eine Vaucanson'sche Bandkette) gelegt. Aus der Seitenansicht der Maschine (Fig. 1) ersieht man diese Einrichtung deutlich; hier ist jedes der erwähnten Räder mit g, ein anderes, bloß zur Leitung der Kette bestimmtes Rad mit e, die Kette selbst aber (von welcher zur Seite ein Stück abgesondert vorgestellt ist) mit h bezeichnet. Durch dieses Mittel werden bey der Drehung der Kurbel die untern Walzen alle zugleich in Umdrehung gebracht; diese übertragen die Bewe-

gung mittelst des Eingriffes auf die obern oder äußern Cylinder, und überdieß wird noch die einzelne Walze 6 (Fig. 2) von der innern Walze des Paares 55, in welche sie eingreift, umgedreht. Ein Cylinder jeden Paares liegt fest in seinen Zapfenlagern, der andere wird durch ein einfaches Mittel gegen denselben angedrückt. Wie bey der Christian'schen Maschine sind die Lager dieser beweglichen Walzen kleine Holzstückchen (a Fig. 1), welche aber hier in die Träger bb eingeschoben werden. Zwischen den Schieber und das äußere Ende des Trägers wird in dem Raum n eine starke Drahtfeder (s. unten die Fig. d) angebracht. Viel besser wäre es jedoch, sich, statt dieser Vorrichtung, nach Christians Methode einer gespannten Schnur zu bedienen.

Den nähmlichen Zweck, welchen die Erfinder der beyden bisher beschriebenen Flachsbrechmaschinen durch gezahnte Walzen erreichten, suchte Catlinetti in Mailand durch die Anwendung eben so gebildeter Kegel zu erhalten. Seine Maschine ist in Fig. 3 nach der obern Ansicht gezeichnet; sie besteht aus einer kreisrunden gekerbten Scheibe a, und neun eingekerbten abgestutzten Kegeln, von denen die beyden äußersten, d und e, von Eisen, die übrigen aber (ff) aus hartem Holze verfertigt sind. Die Axen sämmtlicher Kegel werden durch Stahlfedern gegen die Scheibe a gedrückt. Von der Axe des letzten Kegels geht die durch eine Kurbel b hervorgebrachte, und durch das Schwungrad c erleichterte Bewegung aus. Indem nun die Zähne dieses Kegels in die vom Mittelpunkte gegen die Peripherie laufenden Kerben der Scheibe a greifen, dreht sich diese letztere nach der Richtung der Pfeile um, und theilt die Bewegung den übrigen Kegeln mit. Die auf den leeren Theil der Scheibe gelegten Flachsstängel gelangen somit zuerst unter den Kegel e, gehen ferner unter allen übrigen Kegeln durch, und kommen bey d zerbrochen wieder heraus *).

*) Ueber den technischen Werth der Flachsbrechmaschinen, die sämmtlich von den Erfindern dazu bestimmt waren, das Röſten des Flachses zu ersparen, abzusprechen — dazu ist hier nicht der

III. Schraube ohne Ende.

§. 94.

Wenn man die Gänge einer Schraubenspindel, die sich zwar um ihre Axe, aber weder vor- noch rückwärts drehen kann, in die Zähne eines Stirnrades eingreifen läßt, so entsteht die allgemein unter dem Nahmen der endlosen Schraube oder Schraube ohne Ende bekannte Vorrichtung (Taf. XI, Fig. 21), welche diesen Nahmen führt, weil sich die Spindel so lang als man will, herumdrehen läßt, ohne daß sie aufhört, auf das Rad zu wirken. Wird nähmlich die Spindel a mittelst der Kurbel cd nach einer oder der andern Seite umgedreht, so greifen die Gänge derselben zwischen die schief eingeschnittenen Zähne des Rades b, schieben einen Zahn nach dem andern fort, und setzen auf diese Art das Rad in Bewegung. Da das Rad die Stelle der Schraubenmutter vertritt, so gilt von der Schraube ohne Ende alles das, was früher (§. 62) in Bezug auf das Verhältniß zwischen Kraft und Last von der gemeinen Schraube gesagt worden ist. Man wird nähmlich hier um desto mehr Kraft ausüben können, je feiner die Gänge der Spindel a, und je kleiner die Zähne des Rades b (welche die Gänge der Schraubenmutter vorstellen) sind. Auch hier wird man übrigens, wie bey jeder Schraube, darauf sehen müssen, daß die Gänge nicht zu sehr geschwächt werden, weil dann ihre physische Stärke nicht mehr hinreichen würde, einen verhältnißmäßig sehr starken Druck auszuhalten *). Wenn die Spindel a eine

---

Ort. Indessen muß ich doch so viel bemerken, daß bis jetzt die Einführung dieser, gleichwohl sinnreich ausgedachten Vorrichtungen, in die praktische Oekonomie nicht gelungen ist. Man sehe hierüber jene Schriften, in welchen die über ihre Brauchbarkeit angestellten entscheidenden Versuche behandelt sind, unter andern: Jahrbücher des k. k. polytechnischen Instituts in Wien, Bd. II. S. 320.

*) Bey der gewöhnlichen Gestalt der Schraube ohne Ende kann natürlich immer nur ein einziger Gang der Spindel im tiefsten

gewöhnliche eingängige Schraube ist, so wird bey jeder Umdrehung derselben ein Zahn des Rades b fortgeschoben; man wird mithin, um das Rad einmahl ganz um seine Axe zu bewegen, die Schraube so viele Umdrehungen machen lassen müssen, als das Rad Zähne besitzt. Befindet sich nun am Umfange der Welle des Rades irgend ein zu überwindender Widerstand, z. B. eine angehängte Last q, so wird zur Hervorbringung einer Bewegung, am Umfange des Rades b um desto weniger Kraft nöthig seyn, je größer der Rad-Halbmesser im Vergleich gegen den Halbmesser der Welle ist. Mithin hat man bey der Berechnung des Gleichgewichtes an der Schraube ohne Ende auf zwey Umstände Rücksicht zu nehmen: 1. Auf die Wirkung, welche die Schraube für sich allein hervorzubringen vermöchte, und 2. auf die Gesetze des Rades an der Welle. Ein Beyspiel wird dieses ganz deutlich machen. Gesetzt, es wäre die Weite der Schraubengänge an der Spindel $= \frac{1}{8}$ Zoll, und der Durchmesser des von der Kurbel d beym Umdrehen beschriebenen Kreises, welcher (nach §. 63, 2.) statt des Durchmessers der Schraubenspindel in Rechnung gebracht wird, $= 16$ Zoll, mithin der Umfang dieses Kreises $= \left(\frac{16 \times 314}{100}\right) 50\frac{24}{100}$ Zoll: so findet man das im Zustande der Ruhe oder des Gleichgewichtes Statt habende Verhältniß zwischen Kraft und Last nach (§. 63) $= 50\frac{24}{100} : \frac{3}{4}$, d. i. wie 10048 : 75. Man wird demnach bey c zum Umdrehen der Kurbel nicht mehr als 75 Pfund Kraft bedürfen, um die Wirkung einer Last von 10048 Pf. aufzuheben, vorausgesetzt, daß diese letztere an dem Umfange des Rades b wirkt. Nun ist aber

---

Eingriffe mit den Zähnen des Rades sich befinden. Dieses zu vermeiden, und hierdurch vielleicht die Bewegung genauer zu machen, hat der Engländer Hindley bey einer von ihm gebauten Theilmaschine die Schraubengänge auf einer Spindel angebracht, welche an beyden Enden dicker als in der Mitte, und deren Profil überhaupt nach der Krümmung des dazu gehörigen Rades so ausgeschweift war, daß fortwährend alle Schraubengänge mit dem Rade in gleich tiefem Eingriff bleiben mußten.

dieſes nicht der Fall, und man wird, um einer bey q angebrachten Laſt zu widerſtehen, noch die Kraft nach dem (§. 44) vorgekommenen Geſetze vermindern können; ſo zwar, daß, wenn der Halbmeſſer des Rades fünfmahl ſo groß geſetzt wird als jener der belaſteten Welle, man nur 15 Pf. Kraft anzuwenden nöthig hätte. Ueberhaupt drückt der Quotient, welchen man erhält, wenn einerſeits die Weite der Schraubengänge mit dem Halbmeſſer der Radwelle, anderſeits aber die Peripherie des von der Kurbel beſchriebenen Kreiſes mit dem Rad-Halbmeſſer multiplicirt, endlich das letzte Produkt durch das erſte dividirt wird, das Verhältniß zwiſchen den beyden einander widerſtrebenden Kräften im Zuſtande des Gleichgewichtes aus. (Sehr häufig macht man zwar die Schraube ohne Ende mehrgängig; allein dieſer Umſtand hat auf die vorgetragene Berechnung keinen Einfluß, weil — bey unveränderter Steigung der Gänge — nur die Zähne des Rades feiner ausfallen, und deren bey einer einzigen Umdrehung der Schraube ſo viele fortgeſchoben werden, als Gewinde vorhanden ſind.) —

§. 95.

Da an der Schraube ohne Ende, wie man aus dem Vorſtehenden erſieht, zwey der wirkſamſten einfachen Maſchinen mit einander verbunden ſind, ſo bedient man ſich dieſer Vorrichtung häufig dort, wo man eine ſehr große Laſt zu heben, oder überhaupt einen bedeutenden Widerſtand zu überwinden, hingegen auf Schnelligkeit der Bewegung nicht zu ſehen hat. Um hierbey den Schraubengängen an der Spindel eine größere Dauer zu ſichern, macht man ſie gern zwey- oder dreyfach (§. 69, 1.).

Beyſpiele von der Anwendung endloſer Schrauben zu dem angegebenen Zwecke ſind folgende. An Drehbänken bringt man manchmahl eine Vorrichtung an, welche zur Ausübung einer großen Gewalt beym Bohren in Metall ſehr dienlich iſt, und aus einem mit der Spindel verbundenen Zahnrade, zwiſchen deſſen Zähne die endloſe Schraube eingreift, beſteht. Hierdurch wird der eingeſpannte Bohrer zwar langſam, aber mit bedeutender Krafterſparung umgedreht. — Um die Zeugkette an

dem sogenannten Hauteliffe-Stuhle, dessen man sich zum Weben der Savonnerie-Tapeten bedient, stark zu spannen, versieht man ein jedes Ende des untern Kettenbaumes mit einem gezahnten Rade, und einer dazu gehörigen Schraube. — Auch die Wagenwinde (§. 92) versieht man oft, statt des ersten, unmittelbar von der Kurbel bewegten Getriebes, mit einer Schraube ohne Ende. — Hierher müssen gleichfalls die zwey früher (§. 47) beschriebenen, und (Taf. VI, Fig. 4 und 8) abgebildeten Fälle gezogen werden. Endlich findet man in ältern englischen Taschenuhren die endlose Schraube zum Spannen der Feder angewendet, ein Zweck, zu welchem man sich jetzt ohne Ausnahme eines Sperr-Rades bedient (§. 117). Die Welle des Federhauses (der sogenannte Federstift) in den gewöhnlichen Uhren steht unbeweglich, während sich das Federhaus selbst um dieselbe dreht, wenn die Uhr aufgezogen wird, oder im Ablaufen begriffen ist. Da aber der Federstift in zwey Löchern der Uhrplatten liegt, und nicht unmittelbar fest mit denselben vereinigt ist, so würde das Aufziehen der Feder ohne weitere Vorrichtung ganz und gar unmöglich seyn. Die Absicht bey der Einrichtung der Federspannung ist daher die Feststellung dieses Stiftes, damit bey der Umdrehung des Federhauses die mit einem Ende an der Welle, mit dem andern hingegen an der Trommel befestigte Feder (§. 25) sich zusammen winde. Zugleich aber muß auch die Feder, selbst dann noch, wenn sie auf das Räderwerk zu wirken aufgehört hat, einen gewissen Grad der Spannung behalten, damit ihre Wirkung in der letzten Zeit des Ganges nicht zu schwach sey. An einen viereckig gefeilten Theil der Federwelle wird zu diesem Behufe ein kleines Rad gesteckt, in welches die Schraube ohne Ende mit ihren Gängen eingreift, und somit die Federwelle umdreht. Da nun die Gewalt der Feder nicht hinreicht, durch das Rad die Schraubenspindel zurückzudrehen, so bleibt nicht nur der Federstift unbeweglich stehen, sondern auch jener Theil der Feder, welcher (unabhängig von dem Aufziehen der Uhr) mittelst der endlosen Schraube gespannt wurde, nach dem Ablaufen noch in Spannung.

In vielen Fällen bezweckt man durch die Anwendung der endlosen Schraube bloß eine sehr langsame Bewegung des damit verbundenen Rades, ohne auf die zugleich Statt findende Kraft-ersparung Rücksicht zu nehmen. Dieses geschieht z. B. bey den Drehorgeln, wo durch eine solche (mittelst der Kurbel umgedrehte) Schraube, die Stiftchenwalze in Bewegung gesetzt wird; bey dem von Antis angegebenen Spinnrade (§. 113), und in anderen Fällen. So bringt man die drehende Bewegung des Futters an den sogenannten Versetzköpfen der Kunstdrechsler (Taf. XI, Fig. 17) durch ein im Mittel des Schiebers befindliches Rad (c) hervor, in welches die Gänge einer Schraube greifen; und ganz der nähmlichen Vorrichtung bedient man sich, um bey gewissen Arten von Supports für Drehbänke, dem Drehstahl eine bogenförmige Bewegung zu geben, wenn es sich darum handelt, halbkugelförmige Vertiefungen auszudrehen. Bey solchen Garnhaspeln oder Weifen, welche die Umwindungen des Garns zu zählen bestimmt sind (§. 89) bedient man sich ebenfalls oft der endlosen Schraube. Ein paar an der Haspelwelle befindliche Schraubengänge greifen in ein gezahntes Rad, auf dessen Fläche ein Stift hervorragt. Dieser Stift drückt bey jedem Umgange des Rades einmahl eine hölzerne oder stählerne Feder zurück, und diese verursacht, indem sie frey wird, und in ihre alte Lage schnellt, ein Geräusch, wodurch der Arbeiter aufmerksam gemacht wird. Will man, daß dieses Geräusch nach einer gewissen Zahl (z. B. 100) Umdrehungen des Haspels sich wiederhohlen soll, so muß man der Stirn des Rades genau eben so viel Zähne geben. — An mathematischen und astronomischen Instrumenten endlich bringt man häufig eine langsame Kreisbewegung gewisser Theile durch endlose Schrauben hervor. —

Bey allen diesen Gelegenheiten, wo man die Bewegung absichtlich recht langsam machen will, müssen auch dem Rade, in welches die Schraube greift, sehr feine Zähne, so wie der Schraube selbst, sehr enge Gewinde gegeben werden; und oft versieht man sogar den Umkreis des Rades, statt der eigentli-

chen Zähne, mit einer halbrunden Rinne, welche ordentliche Schraubengänge (in der Art einer der Länge nach durchgeschnittenen Schraubenmutter) besitzt (Taf. II, Fig. 22).

Weil die Schraube ohne Ende eine große Zahl von Umdrehungen vollbringt, während das Rad, in dessen Verzahnung sie eingreift, nur einmahl herumkommt, so bedient man sich ihrer zuweilen auch dann, wenn man eine sehr schnelle Bewegung hervorbringen will, in welchem Falle umgekehrt das sich bewegende Rad auf die Schraubenspindel wirkt. Dieses geschieht z. B. in Spielwerken, wo ein gezahntes, zwischen die Gänge der Schraube eingreifendes Rad den zur Mäßigung der Bewegung bestimmten Windfang herumtreibt. Die Schraube nimmt hier die Stelle eines Getriebes ein, und gewährt, außer ihrer ruhigen, dem Gehöre ganz unmerklichen Bewegung, keinen besondern Vortheil. In größerem Maaßstabe findet sich die nähmliche Vorrichtung an den Bratenwendern. Um bey einer solchen Gelegenheit einen leichten Eingriff zu erhalten, sieht man darauf, den Schraubengängen einen starken Grad der Steigung zu geben, weßwegen die Schraube meist dreygängig gemacht wird. Außerdem ist wohl ohne Erinnerung klar, daß, wenn anders die Bewegung gut von Statten gehen soll, die Gestalt der Schraube den Radzähnen äußerst genau angepaßt seyn müsse, was nicht in so hohem Grade nothwendig ist, wenn (wie in den früher genannten Fällen) die Bewegung von der Schraube ausgeht.

§. 96.

Einige ihrem Aeußern nach der Schraube ohne Ende ganz ähnliche Vorrichtungen verdienen hier noch angeführt zu werden. Man kann z. B. die Gänge zweyer unter rechten Winkeln über einander liegenden Schraubenspindeln in einander greifen, und somit die eine durch die andere herumdrehen lassen (Taf. XII, Fig. 15), wobey der Vortheil entsteht, daß man die beyden Axen sehr nahe über einander legen, und ihnen gleiche Geschwindigkeiten geben kann. Die Möglichkeit dieser Vorrichtung darf nicht überraschen, da ja das Rad einer gewöhnlichen endlosen

Schraube mit seinen schief stehenden Zähnen gleichfalls als Abschnitt einer großen Schraubenspindel (deren Gänge die Zähne bilden) betrachtet werden kann. Uebrigens müssen die Gänge beyder Schrauben, damit sie in einander eingreifen können, unter einem Winkel von 45 Graden steigen; und um diese starke Steigung ohne Schwächung der Gänge heraus zu bringen, macht man beyde Spindeln drey- oder viergängig. Mir ist bis jetzt ein einziger Fall von der Anwendung dieser Einrichtung bekannt geworden, nähmlich bey einer in England zur Verfertigung der Krämpeldrähte (Carding-Wires) gebräuchliche Maschine, wo durch dieses Mittel die Bewegung der Welle ab auf cd übertragen wird. — Es wäre ohne Zweifel auch möglich, zwey unter schiefen Winkeln über einander gelegte Schrauben in einander greifen zu lassen, wenn man ihren Gängen die erforderliche Steigung geben würde. —

Man kann die endlose Schraube auch in eine gezahnte Stange eingreifen lassen; die letztere wird dann in der Richtung ihrer Länge fortbewegt. Eine solche Vorrichtung zeigt Fig. 6 (Taf. XIII). An der Welle ad befinden sich nähmlich zwey Schrauben, eine rechte f, und eine linke e. Wird nun die Welle (was auf verschiedene Art geschehen kann) abwechselnd rechts und links gedreht, so müssen auch die beyden, in jene Schrauben eingreifenden Stangen b und c wechselweise auf und nieder gehen. — Bey den Tabakschneidmaschinen greift eine Schraube in die an dem Boden der Lade, worauf der Tabak liegt, befindliche gezahnte Stange, und schiebt dadurch diesen Boden langsam dem schneidenden Messer entgegen (§. 118). — An manchen Bohrwerken geschieht das langsame Vorrücken des Bohrers in dem gemachten Loche mittelst einer gezahnten Stange, in welche ein paar Schraubengänge (ein einziger Gang ist übrigens auch hinreichend) greifen. —

IV. Kurbel.

§. 97.

Zum Umdrehen einer Radwelle, einer Walze u. s. w. be-

dient man sich außerordentlich häufig eines damit verbundenen Hebels, der so eingerichtet ist, daß er sich ganz um seinen Unterstützungspunkt drehen kann, und an dessen freyem Ende die Kraft wirkt. Ein solcher Hebel heißt dann eine Kurbel, in manchen Fällen auch ein Krummzapfen, und man bedient sich seiner, um irgend eine Kreisbewegung fortzupflanzen, oft auch um eine geradlinige Bewegung in eine rundgehende, oder umgekehrt eine Kreisbewegung in eine geradlinige zu verwandeln.

Die gewöhnlichste Gestalt der Kurbel sieht man aus Fig. 19 (Taf. X), wo a den Zapfen der umzudrehenden Welle, b den (oft verschiedentlich gekrümmten) Hebel, und c das Heft vorstellt, worauf man die bewegende Kraft wirken läßt. An der Stelle des Heftes besitzen größere, und überhaupt solche Kurbeln, welche man durch Maschinerie sich umdrehen läßt, bloß einen starken Zapfen, der mit einem Kunstausdrucke die Warze oder Kurbelwarze genannt wird. Anwendungen der Kurbel in ihrer einfachsten, durch die Zeichnung angegebenen Gestalt, sind ungemein häufig, da man sich dieser Vorrichtung gewöhnlich in allen Fällen bedient, wo Räder, Cylinder und kleinere Maschinen überhaupt, durch Menschenhand bewegt werden sollen. Beyspiele der Art sind im Verlaufe dieses Werkes bereits in großer Anzahl vorgekommen, wie man aus den Zeichnungen auf Taf. VI, Fig. 4, Taf. VII, Fig. 4, 32, 33, Taf. VIII, Fig. 7, Taf. IX, Fig. 17, 18, 21, 22, Taf. X, Fig. 1, 5, 14, Taf. XI, Fig. 9, 12, 13, 15, 21, und Taf. XIII, Fig. 2 und 3 ersehen kann; man findet deren übrigens selbst im gemeinen Leben viele, wie, nebst anderen, an den Kaffehmühlen, Drehorgeln, Schleifsteinen u. s. w.

§. 98.

Da die Kurbel ein Hebel ist, dessen Drehungspunkt in der Axe des umzudrehenden Rades, Cylinders ꝛc. liegt, so hängt der Effekt, den eine bestimmte Kraft damit hervorzubringen vermag, ganz von der Länge des Kurbelarmes, also von der Entfernung der Warze vom Drehungspunkte ab. Man kann daher durch Verlängerung des Armes b (Fig. 19) wohl an Kraft

ſparen, dann aber verliert die Bewegung an Geſchwindigkeit, weil zur Beſchreibung des größern Kreiſes (deſſen Halbmeſſer der Kurbelarm iſt) mehr Zeit erfordert wird. Die, aus was immer für einer Urſache angebrachte Krümmung der Kurbel hat (nach §. 43) hierauf gar keinen Einfluß, und man muß immer die gerade Entfernung der Warze vom Drehungspunkte als die Länge des Hebels betrachten. Bey der Verlängerung des Kurbelarmes darf eine gewiſſe Gränze nicht überſchritten werden, beſonders wenn die Bewegung unmittelbar durch die Hand geſchieht, weil eine zu lange Kurbel den Arbeitenden zu ſehr ermüdet. Als Maximum für den Durchmeſſer des von der Warze beſchriebenen Kreiſes kann man $2\frac{1}{2}$ Fuß annehmen, wodurch die größte Länge einer von Menſchen getriebenen Kurbel auf 15 Zoll beſchränkt wird.

Die Bewegung an einer jeden Kurbel iſt nichts weniger als gleichförmig; denn an zwey einander entgegengeſetzten Stellen des von der Warze beſchriebenen Kreiſes kann die bewegende Kraft nur in ſehr geringem Grade ſich wirkſam zeigen, während ſie an zwey andern, zwiſchen den erſten liegenden Punkten einen deſto größern Effekt hervorbringt. Wenn in Fig. 9 (Taf. XIII) die zur Umdrehung des Rades A dienende Kurbel o von einer in der Richtung der Stange c b d wirkenden Kraft bewegt, zugleich aber dieſe Stange gezwungen wird, immer parallel zu bleiben; ſo hat letztere die Stellung g h, wenn die Kurbelwarze in 1 iſt. Unter dieſen Umſtänden trifft die vorwärts ſtoßende Kraft den Kurbelarm ſenkrecht, und ertheilt ihm eine gewiſſe Geſchwindigkeit; bey ihrer Fortbewegung trifft die Warze in dem Punkte 2 ein, und nunmehr empfängt ſie den Eindruck der Kraft nicht ſenkrecht, ſondern ſchief, unter dem Winkel c 2 d. Nach (§. 39) wiſſen wir aber, daß hierdurch ein Theil des Kraftaufwandes verloren geht. Dieſer Verluſt wächſt, ſo lang der Winkel, welchen die Kurbel mit der Stange macht, kleiner wird, d. h. bis zum Punkte 3, wo alsdann die Kurbel in die Richtung der Stange fällt, und alle Bewegung aufhören muß, wenn nicht die bewegende Kraft irgend einer Nach-

hülfe (z. B. durch den Schwung des gedrehten Rades) genießt. Hat die Bewegung über 3 hinaus einmahl begonnen, und zieht die Kraft fortwährend in der angenommenen Richtung rückwärts, wie sie früher vorwärts gestoßen hat, so vergrößert sich der Winkel mit der Kurbel allmählich, und eben so wächst die Wirkung der Kraft. Dieses dauert, bis die Warze über 4 in 5 angelangt ist. Jetzt hat die Kurbel $\frac{1}{4}$ Umdrehung vollendet, und die Veränderungen, welche die Kraft auf ihrem Wege von 5 über 6 nach 1 erfährt, sind den vorigen gleich, so zwar, daß die Wirkung in 6=Null ist, und von da gegen beyde Seiten hin zunimmt. — Bey kleinen Vorrichtungen hat diese Ungleichförmigkeit der Bewegung meist nur wenig zu bedeuten; fühlbarer und von wichtigen Folgen ist sie bey größern Maschinen, wo man sie durch ein Schwungrad (§. 124, folg.) oder indem man zwey Kurbeln anbringt, zu beseitigen trachtet. Wenn das Letztere der Fall ist, müssen die an den Enden einer und der nähmlichen Welle befindlichen Kurbeln einander so gegenüber stehen, daß, während die eine *oben* ist, die andere noch nicht ganz ihren *untersten* Stand erreicht hat. Hierdurch bewirkt man, daß zwey bey den Kurbeln angestellte Arbeiter zu *verschiedenen* Zeiten ihre Kraft mit dem größten Effekte aufwenden können, und beseitigt somit größtentheils die Ungleichförmigkeiten, welche aus jeder andern Stellung der Kurbeln entspringen würden *).

Eine Vorrichtung, wobey mehrere Kurbeln durch eine und dieselbe Hand in Bewegung gesetzt werden, könnte man *zusammengesetzte Kurbel* nennen. Fig. 17 (Taf. XIII) zeigt ein Beyspiel ihrer Anwendung an dem sogenannten *Klappergestelle*

*) Wollte man zwey an einer Axe befindliche Kurbeln so anbringen, daß sie beyde zugleich oben stehen, oder daß eine in der Höhe ist, während die andere ganz unten sich befindet; so würden beyde Arbeiter immer zugleich ihre Kraft mit dem größten oder kleinsten Effekte aufwenden, und die Ungleichförmigkeit der Bewegung wäre nicht gehoben. Desaguliers hat hierüber Versuche angestellt.

schirre der Seiler, welches zum Zusammendrehen einzelner aus Hanf gesponnener Fäden in ein Tau bestimmt ist. Zwischen zwey in die Erde gegrabenen starken Pfählen f g ist ein Bret d e befestigt, welches in gleichen Abständen drey oder vier Löcher besitzt. In jedem dieser letztern steckt ein eiserner Haken, zur Aufnahme einer gewissen Zahl von Fäden bestimmt, und am hintern Ende kurbelartig gebogen, wie man aus Fig. 18 sieht, wo a den Haken, a h den über das Bret vorstehenden Theil desselben, und i die hinter dem Brete befindliche Kurbel bezeichnet. Beym Gebrauch werden die Stiele aller Kurbeln durch Löcher eines kleinen Bretes k gesteckt, welches von zwey Personen gefaßt und bewegt wird. Durch dieses einfache, und gewiß sinnreiche Mittel bewirkt man also, daß sämmtliche Haken zugleich sich drehen, und diese Bewegung auch den an ihnen befestigten Fäden mittheilen, aus welchen das Tau gebildet werden soll.

§. 99.

Nicht immer wird die Kurbel unmittelbar mit der Hand umgedreht, sondern häufig geschieht dieses durch Maschinerie; und in diesem Falle dient dazu gewöhnlich eine Ziehstange, welche durch ihr abwechselndes Vor- und Zurückschieben die Kurbel in Bewegung setzt, während sie selbst wieder durch andere Theile derselben Maschinerie, oder von Menschen durch Treten mit dem Fuße ꝛc. bewegt wird. Die einfachste Einrichtung dieser Art ist in Fig. 8 (Taf. XIII) abgebildet. Der Tritt a b ist bey b um einen durch ihn gesteckten Stift frey beweglich. Mit ihm ist bey a die Ziehstange (der Knecht) a f zusammengehängt, die bey f ein geräumiges, zur Aufnahme der Kurbelwarze bestimmtes Loch besitzt. Durch das Niedertreten von a b geht die Kurbel hinab (ihr tiefster Stand ist in der Zeichnung durch punktirte Linien angegeben); das Hinaufziehen wird hier bloß durch den Schwung des Rades D bewirkt, indem die durch das Treten hervorgebrachte Bewegung so lang in ihrer unveränderten Schnelligkeit anhält, bis die Kurbel ganz in die Höhe gestiegen ist, um von dem Tritte neuerdings herabgezogen zu werden (§. 116). Sehr bequem, ja nothwendig ist die Anbringung dieses Mecha-

nismus dort, wo eine die Kurbel treibende Person ihre Hände zu anderen Verrichtungen frey haben muß, z. B. bey Spinnrädern, Drehbänken (Taf. X, Fig. 3), Schleifsteinen u. s. w. Die ungleichförmige Bewegung des Tretens wirkt in solchen Fällen nachtheilig auf die Maschine selbst zurück; daher kann man sich bey genauen Drehbänken der nachfolgenden Einrichtung bedienen, durch welche wenigstens die vom Tritte auf die Kurbel wirkenden starken Stöße größten Theils aufgehoben, und die Bewegung viel sanfter gemacht wird. a (Taf. XIII, Fig. 15) bedeutet das Schwungrad, b die an der Spindel sitzende Rolle, und c die Kurbel einer Drehbank. Diese Theile haben ganz die gewöhnliche Einrichtung; die Art der Bewegung weicht aber ab. An der Kurbel ist nähmlich eine starke Schnur d d befestigt; diese läuft über eine Rolle e, und ist am andern Ende mit dem Tritte f verbunden. Beym Niedergehen des letztern zieht die Schnur d d die Kurbel c des Rades a in die Höhe, durch den Schwung dieses Rades aber wird sie so lange in Bewegung erhalten, bis sie wieder unten angekommen ist. Dann wirkt der Tritt von Neuem u. s. f. Die Rolle e dreht sich dabey abwechselnd vor- und rückwärts, indem die darüber geleitete Schnur sich an ihrer Stirn reibt. Eine ganz ähnliche Vorrichtung ist (§. 77) vorgekommen.

Sowohl bey dieser, als bey der in Fig. 8 abgebildeten, und oben beschriebenen Vorrichtung findet eine eigene Unbequemlichkeit Statt, welche nicht in allen Fällen ganz gleichgültig ist. Wenn nähmlich das von der Kurbel bewegte Rad sich zu drehen aufhört, so bleibt die Kurbel, welche dem Rade ein Uebergewicht gibt, jedesmahl unten stehen, in welcher Stellung sie weder von der Stange in Fig. 8, Taf. XIII, und Fig. 3, Taf. X, noch von der Schnur in Fig. 15 leicht zur Bewegung gebracht werden kann. Man muß daher fast immer, wenn man neuerdings zu arbeiten anfangen will, das Rad ein wenig drehen, damit die Kurbel in die Höhe steige. Um sich diese Mühe zu ersparen, und das Rad sogleich durch den ersten Tritt in Bewegung setzen zu können, gibt man öfter dem Rade, auf der der Kurbel fast entgegengesetzten Seite ein größeres Gewicht, indem man z. B. das

äußere Ende einer Speiche etwas dicker macht (n Fig. 15). Da ſolchergeſtalt die Schwere des Rades auf dieſer Stelle größer iſt, ſo wird die Kurbel gezwungen, jedesmahl beym Stillſtehen eine ſchräg nach oben gekehrte Richtung anzunehmen, wie man aus der Zeichnung (Fig. 15) ſieht. Damit aber hierdurch nicht eine Ungleichheit anderer Art in die Bewegung des Rades gebracht werde, muß man darauf achten, das Uebergewicht nicht unmäßig groß zu machen.

Fig. 13 zeigt die Einrichtung einer Kurbel, deren Ziehſtange beliebig verlängert oder verkürzt werden kann, wenn dieſes wegen irgend eines Umſtandes nöthig gefunden wird. Die Stange beſteht hier aus zwey Theilen, die mittelſt eiſerner Ringe zuſammengehalten werden, und von denen einer, b c, die Kurbelwarze d mittelſt des Charnieres bey x umfaßt, während der andere, a, bey o mit dem Tritte m m zuſammenhängt.

§. 100.

Wo der Schwung des von der Kurbel umgedrehten Maſchinentheiles (§. 99) nicht hinreicht, die halbe Umdrehung ohne Nachhülfe der bewegenden Kraft zu bewirken, dort muß die ganze Umdrehung der Kurbel durch das abwechſelnde Hin- und Herſchieben der Ziehſtange geſchehen. Ein ſolcher Fall tritt bey der in Fig. 9 (Taf. XIII) gezeichneten Vorrichtung ein, deren man ſich bey großen Drehbänken manchmahl zur Bewegung des Rades bedient, von welchem aus durch eine endloſe Schnur die Spindel ihre Drehung erhält. Die mit der Kurbel c verbundene Ziehſtange b wird bey d gefaßt, und abwechſelnd vorwärts geſtoßen und zurückgezogen; damit aber die arbeitende Perſon von dem Gewichte derſelben nicht beläſtigt werde, wird das letzte von einer ſenkrechten, bey f in einem Gewinde gehenden Stange a getragen. d kann auch ſehr gut den Durchſchnitt einer langen Querſtange vorſtellen, an welcher mehrere Perſonen zugleich arbeiten. — Die Ziehſtange einer Kurbel kann eben ſo wieder durch eine Kurbel in Bewegung geſetzt werden, welche jedoch in dieſem Falle genau eben ſo lang ſeyn muß, als diejenige, auf welche die Bewegung übertragen wird (Taf. XII. Fig. 18).

§. 101.

Wir haben in den beyden vorigen §§. die Kurbel als von der Ziehstange in Bewegung gesetzt, betrachtet. Dieses ist jedoch nicht allgemein der Fall; vielmehr geschieht es häufig, daß die Bewegung von der Kurbel ausgeht, und auf die damit verbundene gerade Stange übertragen wird. Beyspiele dieser Art gibt es, außer dem in Fig. 18 (Taf. XII) gezeichneten (wo die Bewegung von dem Rade A ausgeht, und durch die Kurbel desselben mittelst der Ziehstange a b auf B fortgepflanzt wird) viele. Meistens hat man dabey bloß die Absicht, eine gerade Stange oder einen ähnlichen Maschinentheil in abwechselnd hin- und hergehende Bewegung zu setzen, seltener will man diese Bewegung noch weiterhin fortpflanzen. Um hierbey die sonst unvermeidliche Schiefstellung der Stange zu beseitigen, verbindet man diese nicht unmittelbar mit der Kurbel, sondern legt zwischen beyde eine andere Stange, welche durch ein Gewind mit der Hauptstange zusammenhängt. Dieses Mittels bedient man sich unter andern bey den Sägemühlen (Taf. XIII, Fig. 4), wo d e die Kurbel, c d die Ziehstange, und c g die gerade auf und niedergehende Säge, welche aus ihrer vertikalen Lage nicht weichen darf, vorstellt. — Eine andere, zu dem nähmlichen Zwecke dienende Vorrichtung wird (§. 103) beschrieben.

§. 102.

Die Stelle einer gemeinen Kurbel ersetzt man in gewissen Fällen durch eine gekröpfte Stange, d. h. eine an der gehörigen Stelle kurbelartig gebogene Welle, welche ganz in der Art einer gewöhnlichen Kurbel wirkt, und auch denselben Gesetzen (§. 98), wie diese, unterliegt. Eine solche sieht man in der Zeichnung Fig. 3 auf Taf. IV, wo sie zur Bewegung des Schwungrades einer Drehbank angewandt ist. Ganz in der nähmlichen Art wirkt auch das gewöhnliche Bohrwerkzeug der Tischler und vieler Metallarbeiter, die sogenannte Brustleyer (Taf. XIII, Fig. 16), eine Kurbel, die bey c gefaßt und herumgedreht wird, während man das Heft a mit der linken Hand hält, oder gegen

die Bruſt ſtützt, und die bey b eingeſpannte Bohrſpitze feſt an die Arbeit drückt.

Wird eine Welle ſo gebogen, wie es Fig. 17 (Taf. XII) zeigt, ſo bildet ſie einen doppelten Krummzapfen, und man kann damit zwey Bewegungen zugleich hervorbringen, indem die eine Kurbel niedergeht, während die andere in die Höhe ſteigt. Man findet dieſe Vorrichtung z. B. an Pumpen, bey denen zwey Kolben abwechſelnd in ihren Stiefeln auf- und abgehen müſſen. Die Stangen a a jener Kolben werden nähmlich in die Biegungen der Axe eingehängt, und bey der Umdrehung der letztern wird natürlicher Weiſe immer der Hub der einen Stange gleichzeitig geſchehen mit dem Niedergange der andern. Es iſt eben ſo möglich, der Stange noch mehrere, z. B. drey Biegungen zu geben, wie man aus Fig. 10 (Taf. XIII) ſieht. Für dieſen Fall muß man aber, damit die bewegende Kraft durchaus möglichſt gleichmäßig angeſtrengt werde, die Biegungen ſo ſtellen, daß ſie nicht in der nähmlichen Ebene ſich befinden, ſondern ſämmtlich unter gleichen Winkeln von einander abſtehen; eine Lage, die ſich in der Zeichnung nicht wohl ausdrücken ließ.

Da bey einer Kurbel von der vorbeſchriebenen Einrichtung, die Länge der Ausbiegung (b c Taf. XII, Fig. 17) die Länge des Kurbelarmes repräſentirt, von welcher die Höhe des Hubes der damit verbundenen Stange abhängt; da man ferner wohl in den Fall kommen kann, dieſe Höhe verändern zu müſſen, ſo iſt es nicht zu wundern, daß man Kurbeln zu conſtruiren verſucht hat, deren Länge ſich ſollte nach Belieben vergrößern oder verringern laſſen. Eine ſolche ſieht man in Fig. 11 (Taf. XIII), wo m m die von der Kurbel unterbrochene Welle vorſtellt. Der Theil a a der Kurbel, welcher die Stange d trägt, iſt mit der Welle durch vier parallele Stangen verbunden, von welchen q q an dem Stücke a feſt ſind, und durch ein paar Löcher in der Welle gehen; während die zwey andern, p p, mit m verbunden, und durch Oeffnungen von a geſteckt ſind. Jede dieſer Stangen beſitzt übrigens mehrere kleine Löcher, durch welche man zur Befeſtigung eiſerne Nägel ſteckt.

§. 103.

Wenn bey der Construction einer Kurbel statt des Armes b (Taf. X. Fig. 19.) eine kreisrunde Scheibe, oder ein Rad angewendet wird, auf dessen Fläche, außer dem Mittelpunkte der Umdrehung, ein die Warze vertretender Stift steht, so erhält man die unter dem Nahmen der Kurbelscheibe bekannte Vorrichtung, bey welcher die Länge des Armes, durch die Entfernung der Warze vom Mittelpunkte bestimmt wird. Dieses vorausgesetzt, bleiben alle Gesetze der Kurbel in Absicht auf die zur Bewegung nöthige Kraft auch hier gültig, um so mehr, da eigentlich nur der vom Mittelpunkte auf die Warze gezogene Halbmesser der Scheibe als wirkend gedacht werden kann. In Fig. 26 (Taf. VI) ist a eine solche Scheibe, welche bey ihrer Umdrehung die Stange h vor- und rückwärts zieht (§. 56).

Man bedient sich der Kurbelscheiben ohne Anstand fast in allen jenen Fällen, wo man außerdem eine gemeine Kurbel anwenden würde, und ihr Gebrauch ist sogar mit nicht unbeträchtlichen Vortheilen verbunden. Denn nicht nur ist eine solche Scheibe weniger der Beschädigung ausgesetzt, als eine gewöhnliche Kurbel, sondern sie befindet sich auch an jeder Stelle im Gleichgewichte (während eine gewöhnliche Kurbel immer die unterste Lage einzunehmen trachtet), und der einzige zerbrechliche Theil daran, die Warze, kann im Nothfalle leicht, und ohne Zeitverlust wieder ersetzt werden. — Englische Maschinenbauer haben sich zuerst solcher Kurbelscheiben bedient, deren Warze sich in verschiedene Abstände vom Mittelpunkte versetzen läßt, wenn man sie einen größern oder kleinern Kreis will beschreiben lassen. Die Vorrichtung dazu lernt man aus Fig. 7. (Taf. XLI) ihren Haupttheilen nach kennen. Die aus Eisen oder Messing gegossene Scheibe C besitzt in verschiedenen Entfernungen von ihrem Mittelpunkte vier Löcher a, durch deren eines nach Bedürfniß ein viereckiger Bolzen b gesteckt wird, um zum Einhängen der Ziehstange x zu dienen. Je weiter das Loch, in welches der Bolzen oder die Warze b gesteckt wird, vom Mittelpunkte der Scheibe (der zugleich der Mittelpunkt der Drehung ist) absteht, desto

größer ist der von ihr beschriebene Kreis, desto größer also auch die Strecke, durch welche die Stange c vor- und rückwärts geschoben wird. — Eine ähnliche Einrichtung pflegt man hin und wieder den Schwungrädern der Drehbänke zu geben, an deren Speichen meist vier starke Nägel befestigt werden, die ungleich weit vom Mittelpunkte abstehen. Je nachdem nun der Knecht des Trittes in einen nähern oder entferntern Nagel eingehängt wird, fällt die Drehung des Rades schneller oder langsamer aus. — Der Aehnlichkeit des Effektes nach gehört hierher auch jene Vorrichtung, welche in Fig. 19 (Taf. XIII) gezeichnet ist, und deren man sich bedient, um die Scheibe der Feindrahtzieher in Bewegung zu setzen. Auf dem Tische a steht diese Scheibe b, welche sich sammt ihrer Axe frey dreht, und bestimmt ist, den durch ein Loch des Zieheisens gegangenen Draht c aufzunehmen. Sie besitzt auf ihrer obern Fläche eine Eisenplatte e, in welche, vom Mittelpunkte bis an die Peripherie, mehrere Löcher gebohrt sind. Die hölzerne, unten mit einer eisernen Spitze versehene, oben an einem Gewinde, oder auf andere Art bewegliche Stange d setzt der Arbeiter in eines jener Löcher, und führt damit die Scheibe im Kreise herum. Je weiter er hierbey die Stange vom Mittelpunkte derselben entfernt, mit desto mehr Gewalt, aber auch desto langsamer, vermag er die Drehung zu bewirken, mittelst welcher der Draht durch das feststehende (in der Zeichnung nicht sichtbare) Eisen gezogen, und um die Scheibe aufgewickelt wird. — An einigen Handmehlmühlen, ferner an den Glasurmühlen der Töpfer u. s. w. findet man dieselbe, oder doch eine sehr ähnliche Einrichtung.

Auch bey Kurbelscheiben kann, um die Bewegung einer mit der Warze verbundenen Stange ganz geradlinig zu machen, das (§. 101) beschriebene Verfahren angewendet werden; doch aber scheint es mir nicht überflüssig, noch ein anderes Mittel anzuführen, durch welches man den nähmlichen Zweck erreicht. Die durch die Kurbelscheibe a (Taf. XIII, Fig. 12) zu bewegende Stange m geht zwischen kleinen Rollen p p, welche sie verhindern, von der senkrechten Linie abzuweichen; ihr unterer Theil

aber ist breiter, und bildet eine Art von Platte, in welcher sich ein zur Aufnahme der Kurbelwarze x bestimmter Schlitz q q befindet. In diesem schiebt sich die Warze abwechselnd hin und her, während die Stange ihre auf- und niederspielende Bewegung erhält. Man erspart somit das nach §. 101 (und Taf. XIII, Fig. 4) anzuwendende Mittelstück (c d). — Diese Vorrichtung wendet man oft im Kleinen an, um bey Schlössern mit sogenannten Zugriegeln, letztere von dem Hauptriegel aus in Bewegung zu setzen. Fig. 11 (Taf. X) stellt ein Schrankschloß von dieser Einrichtung vor. Es bedeutet hier a den unteren Zugriegel, der die gewöhnliche Zuhaltung b besitzt, und von dem Barte des durch c eingesteckten Schlüssels unmittelbar geschoben wird. Er besitzt bey d einen Stift, der durch ein längliches Loch der Scheibe A geht, und sie ein wenig um ihren Mittelpunkt (nach der Richtung des Pfeiles) dreht, wenn a aufwärts bewegt wird. Diese Scheibe ist eine förmliche Kurbelscheibe, welche durch ihre Warze bey e (einen auf sie festgenieteten Stift) den Hauptriegel B in den Schloßkasten zurückzieht, wenn man a hineinschiebt, ihn aber im entgegengesetzten Falle herausstößt. Der zweyte Zugriegel f erhält bey g seine Bewegung von der Scheibe eben so, wie sie dieser bey d von dem Riegel a mitgetheilt worden ist. Die Scheibe mit ihrem Stifte und den zwey Einschnitten sieht man in Fig. 12 besonders gezeichnet. — Solcher Scheiben bedient man sich jetzt auch sehr häufig bey Kassenschlössern, statt der sonst gewöhnlichen Getriebe (§. 92) um die Riegel in Bewegung zu setzen. Man wird sich diese Einrichtung und den Vortheil ihrer Einfachheit leicht aus dem Obigen klar machen können.

V. Daumenwellen.

§. 104.

Der Daumenwellen bedient man sich bey allen Arten von Poch- und Stampfwerken, ferner bey Walkmühlen und ähnlichen Maschinen, zum Emporheben der Stampfer oder Hämmer. Es scheint deßwegen nöthig, über die Einrichtung solcher Ma-

schinen im Allgemeinen etwas zu sagen, damit die Construction und der Gebrauch der Daumenwellen hinreichend deutlich werde.

Man unterscheidet überhaupt zwey Arten von Stampfwerken, solche mit eigentlichen Stampfern und solche mit Hämmern. Die Stampfwerke der ersten Art haben insgesammt Folgendes mit einander gemein. Die Stampfer oder Stämpel sind starke vierkantige Holzstücke von verhältnißmäßig großer Länge, und von bedeutender Schwere, welche, wenn sie voraus gehoben worden sind, beym senkrechten Fall auf die darunter gebrachten Körper wirken, dieselben entweder in Pulver verwandeln, wenn sie spröd, oder wenigstens mit großer Gewalt durcharbeiten, wenn sie nachgiebig sind. Fig. 20 auf Taf. XIII zeigt die Gestalt eines solchen Stampfers, der mit aa bezeichnet ist, und sich zwischen hölzernen Balken (Scheidelatten, Leitungen, mm, nn, in welchen man zur Verminderung der Reibung oft noch kleine Rollen anbringt) auf und nieder bewegt. Um die zu bearbeitenden Materien den Stampfern auf eine bequeme Art darbiethen zu können, fallen diese letztern in längliche Aushöhlungen, Gruben oder Löcher, eines dicken hölzernen Klotzes D, welcher der Grubenstock oder Löcherbaum heißt, und in den meisten Fällen mehrere solcher Gruben besitzt. In jeder Grube arbeiten gewöhnlich zwey bis vier Stampfer, welche abwechselnd gehoben werden, und daher zu verschiedenen Zeitpunkten niederfallen. Die Daumenwelle E, als derjenige Theil, welcher das Heben der Stampfer verrichtet, liegt nahe vor denselben, und wird durch ein Räderwerk, welches seine Bewegung gewöhnlich vom Wasser erhält, umgedreht. Sie ist ein gewöhnlicher, runder hölzerner Wellbaum, liegt mit ihren Zapfen in geeigneten Lagern, und wird von umgelegten eisernen Ringen am Zerreißen gehindert. Auf ihrer Oberfläche sind mehrere hervorstehende Zapfen, eee angebracht, welche Däumlinge, Hebedaumen, auch Wellfüße oder Kämme heißen, und deren erste beyde Nahmen offenbar von der Gestalt hergenommen sind, in welcher sie eine entfernte Aehnlichkeit mit dem menschlichen Daumen haben. Beym Umdrehen der Welle E

nach der von dem Pfeile bezeichneten Richtung, greift jeder dieser Daumen unter ein durch den Stampfer gestecktes Holz cd (die Hebelatte), hebt jenen daran empor, und läßt ihn sogleich wieder fallen, wenn er selbst vorüber gegangen ist. Natürlicher Weise wird also ein jeder Stampfer bey einem Umgange der Welle so oft gehoben, als wie viele Daumen sich auf dem Umkreise derselben befinden. Es braucht wohl kaum erinnert zu werden, daß jeder Stampfer eine ihm ausschließlich zugehörige Reihe von Hebedaumen auf dem Umkreise der Welle besitzen müsse. Damit aber die bewegende Kraft, welche die Welle umdreht, immerfort möglichst gleichförmig angestrengt werde, ist es nothwendig, daß nicht alle Stampfer in dem nähmlichen Augenblicke gehoben werden, und zugleich auch wieder herabfallen; vielmehr muß man darauf sehen, daß immer nur eine gewisse, und zwar gleiche Anzahl derselben sich im Hube befinde. Die Daumen müssen hierzu begreiflich auf eine eigene Art, und zwar so gestellt werden, wie es Fig. 21 (Taf. XIII) ausweiset, wo die Stellen für die Däumlinge mit Punkten bezeichnet sind. Gesetzt, eine Daumenwelle soll vier in einer Grube zusammen arbeitende Stampfer in Bewegung setzen, und jede dieser letztern sey bestimmt, bey einer Umdrehung der Welle dreymahl gehoben zu werden. In diesem Falle muß man der Welle zwölf Daumen geben, von denen drey immer auf einem Umkreise in gleichen Entfernungen von einander stehen. Man zieht deßwegen den Stampfern gegenüber vier Kreise um die Welle, in deren erstem man einen beliebigen Punkt für den Standort des ersten Daumens festsetzt. Hiernach bestimmen sich die Stellen für die zwey andern Däumlinge des ersten Kreises von selbst; nicht so ist dieses mit den übrigen. Man theilt nun den Abstand zwischen zwey Daumen in eben so viele Theile, als Stampfer vorhanden sind (hier nähmlich in vier), und zieht durch die Theilungspunkte gerade Linien nach der Länge der Welle. Wo die erste dieser Linien den zweyten Kreis durchschneidet, findet der erste von den zum zweyten Stampfer gehörigen Daumen seinen Platz. Eben so setzt man zwey Daumen an jene Stellen, wo der dritte Kreis die zweyte

Linie, und der vierte Kreis die dritte Linie durchschneidet. Weiß man nur einmahl die Stelle für den erſten Daumen eines Kreiſes, ſo finden ſich die übrigen leicht, weil es im vorliegenden Falle hinreicht, den Umkreis der Welle von dieſem Punkte aus in drey gleiche Theile zu theilen (ſ. Fig. 21).

Die übrigen Bedingungen zur Erzielung einer leichten und gleichförmigen Bewegung der Stampfer, ſind nachſtehende:

1.) Man darf die Zahl der Daumen auf einem Umkreiſe der Welle nicht zu groß nehmen, aber auch nicht zu klein; weil im letzten Falle das Heben der Stampfer in zu großen Zwiſchenzeiten geſchieht, die Wirkung der Maſchine alſo unnöthiger Weiſe verringert wird, im erſten aber die Hebelatte des herabfallenden Stampfers leicht gegen den nächſten Daumen ſtoßen könnte. Wollte man dieſen Umſtand vermeiden, ſo müßte die Bewegung der Welle langſamer gemacht werden, wodurch der anſcheinende Vortheil wieder verloren geht. Zwar wäre es möglich, bey unveränderter Geſchwindigkeit der Welle, den Umfang derſelben, und ſomit auch die Zahl der Daumen zu vergrößern; dann aber muß die bewegende Kraft ſtärker ſeyn, weil die Daumenwelle als ein Hebel wirkt, von welchem ein Arm durch die Länge ihres Halbmeſſers zuſammengenommen mit der Länge eines Daumens (Ep Fig. 20), der andere aber durch den Halbmeſſer des an der Welle ſitzenden Rades beſtimmt wird.

2.) Die Däumlinge müſſen durchaus (nach der Richtung der Peripherie des Wellbaumes) gleich weit von einander abſtehen, damit das Heben der Stampfer in gleichen Zwiſchenzeiten geſchieht.

3.) Jeder Daumen muß die Hebelatte cd erſt dann, und gerade dann ergreifen, wenn er in die horizontale Lage tritt; daher ſoll die Unterfläche der Hebelatte, beym tiefſten Stande des Stampfers, genau in der Horizontallinie EF ſich befinden.

4.) Demjenigen Theile der Daumen, welcher mit der Hebelatte in Berührung kommt, muß man eine angemeſſene Geſtalt, und zwar eine Krümmung nach der (§. 86) erwähnten Abwickelungs-Linie eines Kreiſes geben, weil die

Daumenwelle auf den Stampfer genau eben so wirkt, wie ein Rad auf eine gezahnte Stange. Setzen wir (Taf. XIV. Fig. 6), h sey das Profil der Daumenwelle, und a a a der von den Enden der Daumen bey der Umdrehung beschriebene Kreis; so ist i h die verlangte Krümmung, welche man den Daumen geben muß. Man erhält dieselbe, indem man auf den Umfang von a mehrere gleiche Theile, wie i k, k l, l m, m n, aufträgt, vom Mittelpunkte des Kreises aus Halbmesser nach diesen Punkten zieht, und unter rechten Winkeln mit diesen die Linien d k, e l, f m, g n verzeichnet. Wird von jeder dieser Linien ein Stück abgeschnitten, welches dem entsprechenden Bogen des Kreises a (§. 86) gleich ist, so liegen die erhaltenen Punkte 1, 2, 3, h in jener Krümmung. Die Gründe dieses Verfahrens gehören, obwohl sie leicht darzuthun wären, ganz außer meinen Zweck. Die Länge von n h auf die senkrechte Linie c i übertragen, stellt nun auch die Höhe vor, um welche der Stampfer von dem Daumen gehoben wird, vorausgesetzt, daß, außer der Krümmung i h, kein anderer Theil desselben mit der Hebelatte in Berührung kommt.

Die Hebelatte selbst macht man auf ihrer untern Seite entweder ganz gerad, oder versieht sie höchstens vorn mit einer leichten Zurundung.

Die hölzernen Däumlinge ändern, wenn man ihnen auch anfangs die von der Theorie vorgeschriebene Krümmung gibt, diese Form sehr bald, weil die an verschiedenen Stellen schräg durchgeschnittenen Holzfasern ungleich schnell sich abnutzen. Hieraus entsteht aber nothwendig ein Nachtheil für die Gleichförmigkeit der Bewegung, und es ist daher räthlich, sich gußeiserner Däumlinge zu bedienen, welche mittelst eines eisernen Ringes, an welchem sie sitzen, auf die Welle gesteckt werden (Taf. XIII, Fig. 24). Man vermeidet dadurch zugleich die Schwächung der Welle, welche nothwendig durch das Ausstemmen der zum Einkeilen der hölzernen Daumen nothwendigen Löcher entsteht. Um die Abnutzung zu verringern, wird auch die untere Seite der Hebelatten mit einer Eisenschiene belegt.

§. 105.

Da durch die Wirkung der Daumen die Stampfer immer mehr nach einer Seite hin gedrückt werden, so reiben sie sich sehr bedeutend an den Scheidelatten (m n Fig. 20, Taf. XIII), zwischen welchen sie auf- und niedergehen; und diese Reibung wächst um so mehr, je größer die Entfernung der Daumen von der Axe der Stampfer ist. Aus dieser Ursache macht man die Hebelatten nie länger, als es nöthig ist, um das Streifen der Daumen an den Stampfern selbst zu verhindern. Indessen ist es doch noch vortheilhafter, die Hebelatten ganz zu beseitigen, und den Stampfern die in Fig. 1 (Taf. XIV) gezeichnete Einrichtung zu geben, wobey der Stampfer in seiner Dicke durchbrochen, und mit einem quer durchgesteckten Bolzen versehen ist, an welchem er von den Daumen in die Höhe gehoben wird. a a sind in der erwähnten Zeichnung Löcher, die in einer Entfernung von 2 bis 3 Zoll den Stampfer durchbohren. Durch eines dieser Löcher wird der Bolzen b gesteckt, dessen untere Kante zugerundet ist, und der aus Messing besteht, wenn man sich eiserner Däumlinge bedient. Diese letztern kommen bey der Umdrehung der Welle p unter den Bolzen, heben den Stampfer daran empor, und lassen ihn wieder fallen, wenn sie vorüber gegangen sind. Wenn, wie in der Zeichnung, beym tiefsten Stande des Stampfers der Bolzen sich der Daumenwelle gerade gegenüber befindet, so ist der dadurch bewirkte Hub der größte, den man überhaupt erreichen kann; um denselben zu verringern, reicht es hin, den Bolzen durch eines der obern Löcher a a zu stecken, weil dann die Daumen der Welle ihn später ergreifen, und früher fallen lassen. Für die Ausführung dieser Vorrichtung müssen noch folgende Bemerkungen gemacht werden: Die Höhe n e des in den Stampfer gemachten Einschnittes, in welchem sich die Daumen bewegen sollen, muß wenigstens dreymahl so viel betragen, als der größte Hub des Stampfers; und der unterhalb des Bolzens gelegene Theil i e desselben muß immer wenigstens die Hälfte des ganzen Einschnittes ausmachen. Um der Schwere des Stampfers das wieder zu ersetzen, was durch die Aushöhlung desselben verloren

geht, möchte es räthlich seyn, ihn zu beyden Seiten mit eisernen Schienen zu belegen, welche dann an jenen Stellen, wo die Löcher a a hintreffen, durchgebrochen werden müßten. Da jedoch in allen Fällen die Stärke des Stampfers durch seine Aushöhlung leidet, so könnte man auch die Durchbrechung ganz aufgeben, dagegen den Bolzen b zu beyden Seiten herausstehen, und an seinen Enden von zwey auf der Welle p parallel sitzenden Daumen heben lassen. Da sich hierbey der Widerstand auf beyde Däumlinge gleichmäßig vertheilt, so dürfte man jedem derselben nur halb soviel Stärke geben, als sonst nöthig gewesen wäre.

§. 106.

Ein anderes Mittel, um die bey der gewöhnlichen Einrichtung der Stampfer sehr beträchtliche Reibung in den Leitungen zu mindern, hat Duhamel angegeben; man sieht es Fig. 8 (Taf. XIV) gezeichnet. Der Stampfer b wird hier nicht von der Seite gehoben, sondern ganz vertikal in die Höhe gezogen. Er ist für diesen Zweck durch die Kette l mit dem an dem Hebel d befindlichen Kreisbogen c (§. 40) verbunden. Das andere Ende des ungefähr 9 Fuß langen Hebels trägt eine senkrechte Stange e, welche, damit sie ihre Lage nicht ändern könne, am untern Ende zwischen kleinen Rollen g g sich bewegt, und dort gabelartig gespalten ist, um einen starken Bolzen h, oder eine Rolle aufzunehmen, worauf die Däumlinge der Welle f drücken, wenn der Stampfer gehoben werden soll. Damit das Gewicht der Stange e die Wirkung des niederfallenden Stampfers nicht vermindere, ist es nöthig, daß dasselbe durch den am andern Hebelarm angebrachten Kreisbogen aufgehoben werde.

Es ist richtig, daß durch den vorliegenden Mechanismus der Hauptzweck desselben, nähmlich Verminderung der Reibung zwischen den auf- und niedergehenden Stampfern und den Scheidelatten, vollkommen erreicht wird, allein es ist die Frage, ob dieser Vortheil jemahls so bedeutend seyn kann, daß dadurch die Kosten der Herstellung sich wieder ersetzen. Wenn man nun zwar nicht umhin kann, diese Frage im Allgemeinen bejahend zu

beantworten, ſo muß doch hier ebenfalls die Möglichkeit berückſichtigt werden, die Daumenwelle in einer bedeutenden Entfernung von den Stampfern anzubringen. Bey dem Baue mancher Pochwerke wird dieſer Umſtand ohne Zweifel von Nutzen ſeyn.

§. 107.

Die Gewalt, welche ein Stampfer bey ſeinem Herabfallen auf die ihm untergelegten Subſtanzen ausübt, hängt von zwey Bedingungen ab, nähmlich von der Schwere des Stampfers, und von ſeiner Fallhöhe, weil durch dieſe die Geſchwindigkeit des Falles beſtimmt wird; die Geſchwindigkeit aber und die Schwere zuſammen das mechaniſche Moment ausmachen (vergl. die Einleitung). Man macht die Stampfer meiſt 4 bis 6 Zoll dick, und zwiſchen 8 und 12 Fuß hoch. Es iſt nicht räthlich, die Fallhöhe auf Koſten der Schwere des Stampfers ſehr zu vergrößern; denn um einen Stampfer höher zu heben, wird, bey gleicher Geſchwindigkeit der Daumenwelle, mehr Zeit erfordert, und das Stampfen geht daher langſamer. Gewöhnlich ſind die Stampfer an ihrem untern, in der Grube befindlichen Ende mit Eiſen oder Meſſing beſchlagen, eben ſowohl um ſie ſchwerer zu machen, als um ihre Wirkung auf die zu ſtampfenden Materialien zu vergrößern. Der Boden der Grube wird, um ſeine baldige Abnutzung zu vermeiden, ebenfalls mit einer eiſernen oder meſſingenen Platte belegt.

§. 108.

Bey Stampfwerken mit Hämmern (§. 104) verrichtet das Stampfen ein ſchwerer hölzerner Klotz d (Taf. V, Fig. 7), der an einem Stiele ef ſitzt. Dieſer iſt, als ein einarmiger Hebel, bey f um einen ſtarken eiſernen Bolzen beweglich, der ihn mit einem ſenkrechten Ständer h vereinigt; und der Hammer d fällt (ſo wie der ſenkrechte Stampfer bey der vorigen Art) in ein Loch des Grubenſtockes i, worin ebenfalls zwey bis vier Hämmer zugleich arbeiten. Die Einrichtung der Daumenwelle leidet hier keine weſentliche Abänderung; nur muß man, um genau zu ſeyn, den Daumen eine andere Form geben. Da nähmlich die Fortſetzung des Stieles, an welcher der Angriff

geschieht, als Zahn eines Rades betrachtet werden kann, dessen Halbmesser gleich ist der Länge des Hammerstieles von seinem Umdrehungspunkte f an, bis nach e, so gelten hier dieselben Gesetze, welche (§. 86) in Absicht auf die Form der Zähne bey zwey in einander greifenden Stirnrädern angegeben worden sind. Man muß daher die Daumen nach der Epicycloide abrunden. Der Umstand, daß der Hammer nach jedem Hube wieder niederfällt, und daß sich somit immer nur ein und der nähmliche Zahn den Daumen darbiethet, ist hier natürlich ganz ohne Einfluß. Die übrigen (§. 104) angegebenen Punkte (1—3) müssen ebenfalls bey der Construction von Stampfwerken mit Hämmern berücksichtigt werden. — Wie man durch eine Daumenwelle zwey Reihen von Hämmern zugleich in Bewegung setzen kann, darüber ist (§. 42) nachzusehen.

Es gibt auch Hämmer, welche durch die Daumenwelle nicht an ihrem Vordertheile oder Kopfe, sondern an einer rückwärts gelegenen Verlängerung ihres Stieles (der dann einen zweyarmigen Hebel bildet) gehoben werden (Taf. III, Fig. 25). Man sucht durch diese Einrichtung vorzüglich an Raum in der Nähe des Hammers zu gewinnen. Auf solche Art sind in der Regel die Eisen- und Kupferhämmer gebaut (§. 35). Man nennt sie dann Schwanzhämmer, weil die hinter dem Drehungspunkte liegende Verlängerung des Stieles oder Helms der Schwanz heißt; unterscheidet sie übrigens von den sogenannten Aufwerfern, bey welchen die Daumenwelle mit dem Hammerhelme parallel liegt, und der Angriff der Däumlinge von der Seite (bey g, Fig. 1, Taf. VI) geschieht.

§. 109.

Die verschiedenen Arten von Stampf- und Hammerwerken, welche, weil sie durch Daumenwellen in Bewegung gesetzt werden, hierher gehören, sind ungefähr folgende:

1.) Alle eigentlichen Stampf- oder Pochmühlen, bey welchen die (gewöhnlich mit Eisen beschlagenen) senkrechten Stampfer zur Verkleinerung von allerley Stoffen, als Lohe, Knoppern, öhlhältigen Samen, Kalk, Gyps, Erzen, Porzellan,

Materialien u. s. w. angewendet werden. Zu ihnen gehören auch insbesondere die Pulvermühlen, bey denen, aus bekannten Ursachen, das Beschlagen der Stampfer, so wie das Ausfüttern der Grube mit Metall, sorgfältig vermieden wird. — 2.) Die Papiermühlen, welche zur Zerkleinerung der Hadern, und zu deren Verwandlung in einen feinen Brey bestimmt sind, daher ihre Stampfer auch entweder mit scharfen eisernen Nägeln, oder (was besser ist) mit schmalen messingenen Schienen beschlagen sind. Die meisten Papiermühlen sind Hammermühlen, und nach Art der Fig. 7 (Taf. V) gebaut; Mühlen mit eigentlichen senkrechten Stampfern findet man nur in den holländischen Fabriken, wo sie zum Zerstampfen wollener Hadern, aus denen man ordinäre Pappe erzeugen will, benützt werden. — 3.) Die Walkmühlen zum Walken des Tuches, welche theils eigentliche Stampf-, theils Hammermühlen sind. Da man bey ihnen keineswegs die Zerkleinerung des in den Grubenstock eingelegten Tuches, sondern bloß ein starkes Schlagen desselben beabsichtigt, so sind die Stampfer nicht mit Metall beschlagen, besitzen aber dagegen an ihrem untern Theile mehrere stufenartige Absätze, welche das Umwenden des Tuches während der Bearbeitung erleichtern. Uebrigens weichen die Stampf-Walkmühlen nicht wesentlich von der in Fig. 20 (Taf. XIII) gezeichneten Einrichtung ab. Die Construction einer Hammer-Walkmühle sieht man aus Fig. 6 (Taf. IV); die Hammerstiele haben hier eine schiefe, oft fast senkrechte Lage, und wirken dadurch so auf das Tuch, daß sich dieses von selbst im Walkstocke umkehrt, und also weniger Aufsicht nöthig macht. Die Walkmühlen mit Hämmern sind deßwegen weit häufiger in Gebrauch, als jene mit Stampfern, obschon die letztern schneller arbeiten. — 4.) Die Pantschmaschinen zum Waschen und Entschlichten der Baumwollenzeuge (Taf. XIII, Fig. 26). Ebenfalls eine Art von Hammer-Walkmühlen, deren Hämmer aber eine ganz abweichende Form haben, indem sie bloß aus einfachen Hölzern v bestehen, welche vorn flach und dick sind, rückwärts ihres Umdrehungspunktes u aber bey w von den Daumen einer

Welle bewegt werden. Eine ganze Reihe solcher Hämmer schlägt gegen eine Unterlage, auf welcher die zu bearbeitenden Zeuge liegen. Damit aber alle Theile dieser letztern regelmäßig von ihnen getroffen werden, ist die Unterlage t entweder ein gerader Tisch, der unter den Hämmern hin- und hergezogen wird, oder eine runde hölzerne Scheibe, die sich langsam um ihren Mittelpunkt dreht. — 5.) Die Oehlpressen, bey welchen das Einschlagen des Preßkeiles in die Oehllade durch einen von der Daumenwelle gehobenen Stempfer geschieht. — 6.) Die Eisen- und Kupferhämmer, deren Einrichtung (§§. 35 und 108) besprochen worden ist. — 7.) Die Glätthämmer oder Schlagstampfen in den Papierfabriken, große eiserne, auf ihrer Bahn polirte Hämmer, welche ganz nach Art der Eisenhämmer von der Daumwelle gehoben werden, und beym Niederfallen auf das buchweise untergelegte Papier treffen, welches dadurch einen gewissen Grad von Glätte erhält. Zum Heben dieser Hämmer bringt man, statt der Daumenwelle, oft eine Art von Trilling an, dessen zwischen zwey Scheiben eingesetzte Stöcke dieselben Dienste, wie die Däumlinge, leisten. Hier verdient bey Gelegenheit auch das Mittel erwähnt zu werden, durch welches in Schlaguhren das Heben der Hämmer geschieht. Es besteht dieses in kurzen messingenen Stiften, den sogenannten Schlagnägeln, welche auf der Fläche eines Rades im Kreise stehen, und bey ihrem Vorbeygehen den Hammerstiel zurückdrücken, der darauf durch eine Feder sogleich wieder vorwärts getrieben wird. — Ganz den Daumenwellen ähnlich wirken auch die Walzen in den Spielwerken (z. B. Drehorgeln, Flötenwerken, Glockenspielen, Federspielwerken), deren Verrichtung bekannt ist. Eine solche, aus Messing oder Holz bestehende Walze ist auf ihrer Oberfläche reihenweise mit Drahtstiften besetzt, welche in ihrem Vorbeygehen die Hämmer, Federn oder Hebel in die Höhe drücken. Jede Pfeife, jeder Hammer oder jede Feder hat natürlicher Weise eine eigene Reihe von Stiften auf dem Umkreise der Walze, oft sogar deren mehrere, wenn die Walze mehrere Stücke spielen soll. In ganz kleinen Spielwerken mit Federn (wie jene in Taschen-

uhren ꝛc. ſind), wo es an Raum für eine ordentliche Walze fehlt, bringt man die Stifte auf der Fläche einer kleinen Scheibe, in verſchiedenen Abſtänden vom Mittelpunkte derſelben, an.

§. 110.

Außer den eigentlichen Stampf- und Hammerwerken wendet man Daumenwellen auch noch hin und wieder bey ſolchen Gelegenheiten an, wo gewiſſe Maſchinentheile zur Seite geſchoben, oder niedergedrückt werden ſollen, die immer wieder in ihre alte Lage zurückkehren. Hieher gehört vorerſt der Mechanismus, mittelſt deſſen an den großen Drahtzügen die Zange, welche vor dem Zieheiſen den Draht gefaßt hat, nebſt dieſem zurückgezogen wird (Taf. XIV, Fig. 3). Eine um den Punkt r bewegliche, und ſomit einen einarmigen Hebel vorſtellende Stange q q wird von den Daumen der Welle s zurückgedrückt, von der Feder p aber, die ſich gegen einen feſtliegenden Balken n ſtützt, wieder in ihre anfängliche Lage gebracht, wenn ein Daumen vorbeygegangen iſt; ſie zieht im erſten Falle mittelſt der Stange o die Zange nach ſich, und ſtößt ſie nachher wieder vorwärts gegen das Zieheiſen. Die Zange ſchließt ſich beym Zurückgehen, öffnet ſich aber beym Vorwärtsſchieben, beydes durch einen Mechanismus, deſſen Beſchreibung nicht hieher gehört. Eine ähnliche, zu demſelben Zwecke brauchbare Einrichtung iſt die in Fig. 7 gezeichnete, wobey die Stange b d ein zweyarmiger, um den Punkt a ſich drehender Hebel iſt, der, wenn er bey d von dem Daumen e zurückgedrückt wird, mit ſeinem zweyten Ende b die Stange c, und Alles, was daran befeſtigt iſt, vorwärts zieht. Bey einer in mehreren Gegenden gebräuchlichen Maſchine zum Hobeln von Holzſpänen (Schuſter- und Buchbinderſpänen) wird durch dieſes Mittel der mit der Stange c verbundene Hobel geführt, welcher bey jedem Zuge einen gleich dicken Span von dem eingeſpannten Holzblocke abſtößt. — An den gewöhnlichen Bandmühlen werden durch eine Daumenwelle die Tritte bewegt, einarmige oder zweyarmige Hebel, die bey ihrem Niedergange, ſo wie die Schämel eines gemeinen Weberſtuhles, die Schäfte nach ſich

ziehen. Endlich bedient man sich der Daumenwellen, um auf Hüttenwerken die Gebläse (welche entweder gemeine lederne oder hölzerne Blasbälge sind) in Thätigkeit zu setzen. Man läßt dabey die Daumen theils unmittelbar auf den Deckel des Balges wirken, der dadurch niedergedrückt wird, oder man bringt zwischen beyden einige Zwischentheile an. Eine Vorrichtung der ersten Art zeigt Fig. 5 auf Taf. XIV, wo der Obertheil a des Blasbalges von den Däumlingen d d der Welle c niedergedrückt, mittelst der Kette b aber von dem Hebel e f, der bey g einen als Gegengewicht dienenden Steinkasten trägt, wieder in die Höhe gezogen wird. Durch diese beyden Bewegungen wird abwechselnd die in dem Blasbalge befindliche Luft ausgetrieben, und dem Feuer zugeführt, und wieder neue Luft eingelassen. Um dieses Spiel der Maschine zu begreifen, muß man freylich die Einrichtung der Gebläse kennen, die ich hier aber um so sicherer voraussetzen kann, als dieselbe in der Hauptsache mit der Bauart eines gemeinen Blasebalges zusammentrifft. Bey h versieht man, wenn die Daumen oder Hebköpfe d d von Eisen sind, die Oberseite des Balgdeckels gleichfalls mit einer eisernen Platte.

Complicirter ist der in Fig. 4 dargestellte Mechanismus, welcher sich vom vorigen wesentlich nur darin unterscheidet, daß die Daumen der Welle a nicht unmittelbar auf den Balg, sondern auf einen durch die Kette f damit verbundenen einarmigen Hebel i k wirken, diesen niederziehen, und dadurch auch den Blasebalg selbst zusammendrücken. Der Hebel c d, welcher durch das Gewicht des Steinkastens e ihn wieder öffnen muß, ist fast ganz wie in Fig. 5.

§. 111.

Die Daumenwellen erleiden in gewissen einzelnen Fällen, die jedoch meist bloß von der Willkühr des Maschinenbauers abhängen, eine Veränderung, durch deren Anbringung man gewöhnlich die Bewegung erleichtern oder sicherer machen will. So sucht man z. B. hin und wieder die Reibung durch kleine Friktionsrollen zu vermindern, welche man an den Hebelatten oder an den Enden der Daumen anbringt, welche aber durch eine

zweckmäßige Gestaltung dieser letztern sehr entbehrlich werden. Man bedient sich selbst solcher Vorrichtungen, wobey die Daumen ganz erspart, und durch Rollen ersetzt sind. Entweder sitzen dann diese Rollen auf der Fläche einer Scheibe (wie Taf. II, Fig. 23), oder sie befinden sich an den Enden eines um die Welle gelegten dreyeckigen Rahmens (Taf. XIII, Fig. 25). Die erste Vorrichtung wird insbesondere manchmahl an den Mühlstühlen der Bandfabriken gefunden, wo sie die Stelle der die Schämel bewegenden Daumenwelle (§. 110) vertritt. Zu dem nähmlichen Zwecke dienen oft auch zwey über Kreuz an die Welle gesteckte ovale Scheiben (Taf. XIII, Fig. 23), deren jede bey einem Umgange zweymahl die ihr begegnenden Hebel niederdrückt. Der in Fig. 15 auf Taf. XVI abgebildete Mechanismus kann dort angewendet werden, wo das von der Daumenwelle angegriffene Stück eine Zeitlang ganz unbeweglich bleiben soll. Es sind zwey an der Welle n befestigte Kreisbogen k h, deren Mittelpunkt in eben dieser Welle liegt. Wenn einer dieser Bögen den um z beweglichen Hebel p einmahl niedergedrückt hat, so vollendet er seine Umdrehung, ohne ferner auf den Hebel zu wirken. An einem von Horrock erfundenen selbstarbeitenden Weberstuhle ist diese Vorrichtung angewendet, um die Tritte der Schäfte herabzuziehen, welche während dem Durchschießen des Eintrages vollkommen unbewegt bleiben. — Bey großen Maschinen, wo Stampfer von bedeutendem Gewichte sehr hoch gehoben werden müssen, bringt man zuweilen statt der einfachen Daumen (welche hier zu schwach seyn würden), eine Art von Rahmen (Taf. XIII, Fig. 22) an, von der man sich vorstellen kann, daß sie aus zwey abgekürzten, und durch ein Querstück c verbundenen Daumen a a bestehe. Diese Vorrichtung findet sich z. B. an den Stampfern der Oehlpressen. — Endlich muß hier auf die schon (§. 92) erwähnte Verzahnung zurück verwiesen werden, deren man sich zum Heben von Stampfern manchmahl dort bedient, wo der durch Daumen zu bewirkende Hub nicht hinreichend seyn würde.

VI. Excentrische Scheiben.

§. 112.

Excentrische Scheiben heißen solche Scheiben, deren Umdrehungspunkt außer ihren Mittelpunkt fällt. Man macht sie entweder kreis- oder herzförmig. Wenn eine solche Scheibe (Fig. 13, Taf. V), die sich um den Punkt d dreht, und deren am meisten vom Drehungspunkte abstehender Theil a den Kreis a c e beschreibt, während ihrer Umdrehung an einen, etwa bey b befindlichen, Körper stößt, so schiebt sie diesen langsam zurück, wenn derselbe anders ausweichen kann. Ist nun eine Kraft (eine Feder, ein Gewicht ꝛc.) vorhanden, welche jenen Körper jedesmahl wieder in seine alte Lage bringt, so wiederhohlt sich das Zurückschieben bey jeder Umdrehung der Scheibe a d. Von den Daumenwellen, denen sich die excentrischen Scheiben in ihrer Wirkungsart am meisten nähern, unterscheidet sie sich jedoch dadurch, daß das Zurückschieben bey jeder einzelnen Umdrehung nur ein Mahl statt findet, und daß ferner auch der in Bewegung gesetzte Maschinentheil b seine alte Lage nicht so plötzlich wieder einnimmt, wie etwa ein von der Daumenwelle gehobener, und nun abfallender Stampfer; sondern daß auch diese rückkehrende Bewegung nur langsam vor sich geht.

Die Gleichförmigkeit der von einer excentrischen Scheibe hervorgebrachten Bewegung hängt davon ab, daß die Ab- und Zunahme der Excentricität (d. h. der Entfernung vom Drehungspunkte) unbedeutend, und an allen Stellen des Umfanges möglichst gleichförmig sey. Nach dieser Voraussetzung muß die herzförmige Gestalt solcher Scheiben für die allerbeste ohne Ausnahme anerkannt werden; wenn anders die Verzeichnung dieser Gestalt zweckmäßig vorgenommen worden ist. Fig. 27 auf Taf. XIII zeigt die Art, wie man dabey zu Werke gehen kann. Die Entfernung, auf welche der zu bewegende Maschinentheil geschoben werden soll, wird zum Halbmesser eines Kreises genommen, den man aus einem Anfangspunkte dieser Linie beschreibt. Man theilt ferner jenen Halbmesser in eine gewisse Anzahl von

gleichen Theilen (z. B. in 6), den Umfang des erwähnten Kreiſes aber in doppelt ſo viele Theile (nähmlich in 12). Durch die Theilungspunkte des Halbmeſſers zieht man noch mehrere (hier 5) concentriſche Kreiſe, durch jene des größten Kreiſes aber 12 Halbmeſſer. Wo ſich nun die Halbmeſſer mit den Kreiſen ſchneiden, dort erhält man Punkte, durch welche nun leicht (auf eine in der Zeichnung erſichtliche Art) die verlangte herzförmige Linie gezogen werden kann.

§. 113.

Man wendet die excentriſchen Scheiben hin und wieder an, um irgend einem Maſchinentheile eine ſanfte, ſich immer wiederhohlende Bewegung nach einer gewiſſen Richtung zu ertheilen. *) Beyſpiele hiervon ſind, unter andern, nachſtehende:

Bey dem von Antic in England erfundenen Flachsſpinnrade iſt eine excentriſche Scheibe angebracht, durch deren mittelbare Wirkung die Garnſpule ſich langſam auf der Spindel hin und her ſchiebt, wodurch alle Stellen derſelben gleichförmig von dem geſponnenen Faden bedeckt werden, und der Spinner das Forthängen des Fadens auf der Gabel erſpart. Fig. 9 (Taf. XIV) zeigt die Einrichtung dieſes Rades ſo, daß man alle weſentlichen Theile desſelben deutlich zu erkennen im Stande iſt. Das auf die gewöhnliche Art durch den Tritt h und den Knecht i mittelſt der Kurbel k in Umdrehung geſetzte Rad a bewegt, mittelſt der endloſen Schnur s, die Rolle b, welche, ſo wie die Gabel ll, an der Spindel cc feſtſitzt. Die Spule d, welche den geſponnenen Faden aufnehmen ſoll, iſt dagegen (wie bey jedem gemeinen Spinnrade) nur loſe auf die Spindel geſteckt, und läßt ſich auf derſelben in gerader Richtung hin und her ſchieben, wird aber, auf eine noch zu beſchreibende Art, an einer zu ſchnellen Umdrehung gehindert. Dieſes iſt nothwendig, um das Aufwickeln des geſponnenen Fadens möglich zu machen. Der Faden tritt nähmlich bey r in die (wie gewöhnlich) durchbohrte

*) Von einer andern Verwendungsart ſolcher Scheiben iſt ſpäter (§. 123 a) die Rede.

Spindel, wo er seine Drehung empfängt, läuft von da über zwey, an der Gabel sitzende, und mit Stahl gefütterte Oehre t, u, und gelangt endlich auf die Spule d. Es bleibt nun noch der Mechanismus anzugeben übrig, welcher bestimmt ist, die letztere abwechselnd hin und her zu schieben, damit das Aufwickeln des Garnfadens auf alle Theile derselben gleichförmig geschehen könne. Die Axe des Rades x, welche in messingenen Lagern läuft, hat bey n eine paar Schraubengänge; diese greifen in das messingene, 120 Zähne besitzende Rad o, und drehen dasselbe bey jedem Umgange der Kurbel k um drey Zähne weiter. Mit dem Rade ist eine herzförmige Scheibe, oder ein herzförmig gebogener Blechstreifen auf die in Fig. 10 ersichtliche Art verbunden; und dieses Herz drückt den anliegenden Daumen p des Spulenschiebers e e, der, als ein einarmiger Hebel, seinen Drehungspunkt unten in f besitzt, zurück. Der Spulenschieber geht oben durch einen hinlänglich weiten Ausschnitt des Gestelles g, umfaßt bey m, wo er gabelförmig gespalten ist, einen Fortsatz der Spule, und bewirkt mittelst dieser Verbindung nicht nur das Hin- und Herschieben der Spule auf der Spindel c c, sondern hält auch jene zurück, daß sie dem Umschwunge der Gabel l l nicht unbedingt folgen kann. Um dieses Zurückhalten der Spule (wovon das Einnehmen des gesponnenen Fadens abhängt) regulisen zu können, hat die Gabel des Spulenschiebers eine in der Zeichnung nicht sichtbare Stellschraube, durch welche die sich federnden Arme dieser Gabel nach Art einer Zange gegen einander gepreßt werden. Wird jene Schraube nur wenig angezogen, so kann sich die Spule in der Gabel leicht drehen, und dem Ziehen des Fadens ohne Anstand folgen; die spinnende Hand hat es mithin in ihrer Gewalt, den Faden schnell oder langsam einlaufen, ihn wenig oder viel drehen zu lassen. Durch stärkeres Zusammenschrauben der Gabel wird die Spule geklemmt, ihr Umlaufen demnach erschwert; der Faden muß sich schnell aufwickeln, und wird daher nur wenig gedreht.

Dem Daumen p des Spulenschiebers gibt man am Ende, gegen das Herz zu, eine kleine Rolle, welche an dem Herz selbst

anlegt, und zur Verminderung der Reibung dient. Bey der Bewegung des Rades o (welches erst nach 20 Drehungen der Kurbel einen Umgang vollendet) wird dieser Daumen (wie schon oben erwähnt wurde) nebst dem ganzen Hebel e e, worauf er sitzt, von dem Herz langsam zurückgedrehet, und die Spule d nähert sich mithin der Rolle b. Sobald jedoch die Spitze des Herzens an dem Daumen vorüber gegangen ist, nimmt eine entgegengesetzte Bewegung der Spule, — von der bey k festgemachten Feder q bewirkt, und von dem Herze gestattet — ihren Anfang. Daß man die Geschwindigkeit dieser Bewegung durch Anbringung eines größern oder kleinern Rades a an der Stelle von o verändern könne, wird wohl ohne Erläuterung klar seyn.

Eine der beschriebenen, wenigstens in Absicht auf die Wirkung, ähnliche Vorrichtung hängt man bey Spulmaschinen an, wo ebenfalls die zur Aufnahme des Garns bestimmten Spulen dadurch hin und her geschoben werden. Fig. 10 (Tafel XLV) ist l l ein zweyarmiger Hebel, der an beyden Enden auf eine in der Zeichnung ersichtliche Art, mit den Spulen p p zusammenhängt, denen durch die Gabeln q der Garnfaden zugeleitet wird. Eine herzförmige Scheibe m drückt bey ihrer Umdrehung auf einen Ansatz n des Hebels, und bewegt diesen letztern ein wenig um seinen Drehungspunkt, worauf derselbe durch ein am andern Arme hängendes Gewicht o wieder in seine alte Lage gebracht wird. Wie hierdurch die Spulen p p in ihren Spindeln auf und nieder geschoben werden müssen, bedarf um keiner Erläuterung mehr.

Die Engländer Wyke und Sampson haben eine sehr sinnreiche Anwendung excentrischer Scheiben bey Pumpwerken versucht, die in Fig. 8 (Taf. XLV) gezeichnet ist. Es ist in dieser Zeichnung a die durchbrochene Kolbenstange, an Pumpe; c die (kreisförmige) excentrische Scheibe; b die Kurbel zum Umdrehen derselben; und f g ihre Axe, die in einem Gestelle liegt. Ein Schwungrad E dient, die Bewegung zu erleichtern und gleichförmiger zu machen. Bey ihrer Umdrehung zieht die Scheibe a abwechselnd die eine und andere der beyden Rollen c c zurück, und schiebt so die ganze damit verbundene Kolbenstange

auf und nieder. Zur Seite besitzt diese letztere einen langen Ausschnitt, damit die Bewegung von der Axe f g nicht gehindert werde. Die Rollen c c, an deren Stelle übrigens auch ein paar unbewegliche Bolzen angewendet werden könnten, tragen sehr viel zur Verminderung der Reibung bey.

Eine Einrichtung, wobey durch einen excentrischen Kreis eine hin- und hergehende Bewegung hervorgebracht wird, giebt man oft den Seidenspulmaschinen, durch deren Hülfe in Seidenzeugfabriken, Bandfabriken ꝛc. eine große Zahl von Seidenfäden zugleich auf Spulen gewickelt wird. Auch hier ist nähmlich eine Vorrichtung nöthig, durch deren Wirkung alle Theile der Spulen gleichförmig überwickelt werden. Man pflegt zu diesem Ende gewöhnlich derjenigen Stange, auf welcher die zur Leitung der Fäden bestimmten Drahtringe stehen, eine abwechselnd hin- und herschiebende Bewegung zu geben, wozu der in Fig. 11 (Taf. XIV) gezeichnete Mechanismus dienen kann. An der Axe des Rades q sitzt die excentrische Scheibe o, welche bey ihrer Umdrehung den Bogen r r, nebst der daran befestigten Stange n n mit den Fadenhaltern s in Bewegung setzt. Befindet sich nun z. B. in p eine der Spulen, um welche der von dem Haspel kommende Faden t sich aufwickeln soll, so ist der Erfolg leicht einzusehen. — Man kann (wie sich das wohl von selbst versteht) auch die Spulen durch ein ähnliches Mittel sich schieben lassen, während n fest steht.

Um eine gerade Stange in hin- und hergehende Bewegung zu setzen, kann man sich des in Fig. 14 (Taf. XIII) vorgestellten Apparates bedienen. Die Scheibe a, welche sich um ihren Mittelpunkt c dreht, enthält eine kreisförmige, excentrisch angebrachte Rinne e, welche den an der Stange m sitzenden Zapfen d aufzunehmen bestimmt ist. Diese Stange ist am untern Ende nach Art eines länglichen Ringes gebildet, damit sie in ihrer auf und nieder spielenden Bewegung von der Axe c nicht gehindert werde. Jene Bewegung aber erhält sie bey der Umdrehung von a deßwegen, weil der von der Rinne e e eingeschlossene Raum

genau so wirkt, wie eine excentrische Scheibe, in der That auch eine solche ist.

VII. Stangenkünste.

§. 124.

Zur Fortpflanzung einer Bewegung auf größere Entfernungen dienen Stangenkünste, die man wohl auch Stangenleitungen, Gestänge oder Kunstgestänge zu nennen pflegt. Man bedient sich der Stangenkünste häufig auf Berg- und Salzwerken zur Betreibung der Pumpen, durch welche das Grubenwasser oder die Salzsole zu Tage gefördert werden soll; außerdem können sie aber auch für mehrere andere Fälle, in welchen die bewegende Kraft in bedeutender Entfernung von der zu bewegenden Maschine sich befindet, angewendet werden.

Eine Stangenkunst der einfachsten Art ist in Fig. 13 auf Taf. XIV gezeichnet. Wenn in dieser Figur, A ein Wasserrad bedeutet, welches seine Bewegung auf das Rad B, und durch dieses auf die von A entfernte Maschinerie fortpflanzen soll, so kann diese Uebertragung auf nachstehende Art bewirkt werden. Jedes Rad hat eine Kurbel, und beyde Kurbeln könnte man wohl (in der Art der Fig. 11, Taf. XII) durch eine einfache Schiebstange verbinden, wenn die Entfernung nicht sehr groß wäre. Man thut dieses wirklich auch bey manchen Gelegenheiten. Da jedoch sehr oft die Bewegung des Rades A durch tausend und mehr Schritte weit fortzuleiten ist, so trennt man die Schiebstange d d d in mehrere Theile, und versieht diese in gewissen Abständen mit einer Unterstützung. Vertikal stehende Stangen (die Lenker oder Schwingen) a b sind nähmlich mit den Schiebstangen d bey a mittelst durchgesteckter eiserner Nägel verbunden. Die erste Schiebstange ist mit der Kurbel des Rades A, die letzte mit der des Rades B in Verbindung gesetzt. Jeder Lenker ist mit seinem untern Ende in eine kurze Welle c eingelassen, die sich mit ihren Zapfen in Lagern frey bewegen läßt, und so einen einarmigen Hebel vorstellt, der nach Bedürfniß auch eine schiefe Lage annehmen kann. In Fig. 14 sieht

man einen solchen Lenker abgesondert gezeichnet; a ist der Kopf desselben mit dem durchgesteckten Bolzen; b das untere, in die Welle eingelassene Ende; c die Welle selbst, und d sind die Zapfen derselben.

Bey der Umdrehung des Rades A wird die erste Schiebstange, und mit ihr werden alle übrigen, wechselweise vor- und rückwärts geschoben; dadurch wirkt die letzte Schiebstange auf die Kurbel des Rades B, und dreht dieses ebenfalls herum.

Man bedient sich wohl auch, statt der Lenker, feststehender Pfosten, um die ganze Vorrichtung zu vereinfachen. Dann aber liegt die Schiebstange in einem Ausschnitte dieser Pfosten, und zwar auf einer um ihre Axe leicht beweglichen Rolle, welche die Reibung beym Hin- und Herschieben sehr vermindert. In Fig. 15 ist ein solcher Pfosten mit einem Theile der Schiebstange, in Fig. 16 der Pfosten allein, aber nach einer andern Richtung, gezeichnet. In beyden Figuren ist c die Rolle, welche der Schiebstange b (Fig. 15) zur Unterlage dient.

§. 115.

Eine schon mehr zusammengesetzte Stangenkunst zeigt Fig. 17. Die Drehungspunkte der Schwingen c c liegen hier in der Mitte derselben, und eben darum sind auch zwey Schiebstangen, d d, vorhanden, die mit einem Kunstkreuze n n in Verbindung stehen, von dessen beyden Seitenarmen, bey z z, die Kolbenstangen zweyer Pumpenröhren herabhängen. Durch die Umdrehung des Wasserrades A bewegen sich sämmtliche Schwingen, welche hier zweyarmige Hebel sind, abwechselnd um ihre Drehungspunkte gleich weit vor- und rückwärts; eben eine solche Bewegung erhält das Kreuz n, und daher geht eine Pumpenstange nieder, während die andere in die Höhe steigt. Die sogenannten Stege f f dienen zur Unterstützung des Ganzen.

§. 116.

Oft ist es nöthig, den Schiebstangen eines Gestänges eine von der bisherigen verschiedene Richtung zu geben; wenn z. B. die Bewegung über eine Anhöhe fortgeleitet werden soll. Zu diesem Ende verbindet man an einer Welle zwey Lenker, die ei-

nen Winkelhebel mit einander bilden, und auch in der Art eines solchen wirken. Diese Verbindung zweyer Lenker heißt ein Zwilling, und man sieht die Gestalt derselben aus Fig. 18. Beyde Lenker werden hier nicht nur durch eine eiserne Stange a, sondern außerdem noch durch eine starke hölzerne Schließe b c, mittelst vorgesteckter Keile, fest verbunden. Fig. 18. ist ein sogenannter stehender Zwilling; wäre der Wellbaum d e desselben oben statt unten, so hätte man einen hängenden oder schwebenden Zwilling, dessen Arme frey herabhängen. Auch einfache Lenker pflegt man zuweilen auf diese Art schwebend anzubringen.

Auch außer den Stangenkünsten bedient man sich öfter, um die Richtung einer Bewegung abzuändern, eines Mechanismus, der einem Zwillinge in seiner Wirkung ganz gleich kommt. In Fig. 19 und 20 sieht man ein paar solche Vorrichtungen gezeichnet, die zur Hervorbringung einer geradlinigen, vor- und rückwärts schiebenden Bewegung angewendet werden können.

Bey Fig. 19 geht die Bewegung von dem Rade m aus. Mittelst der Kurbel t s wird die Stange s q abwechselnd gehoben, und wieder gesenkt. l p ist die Welle eines Zwillings, dessen erster Arm, r q, von der Stange q s auf und ab bewegt wird. Der andere Arm, o r, zieht dadurch die horizontale Stange o k hin und her, an welcher der zu bewegende Körper befestigt wird. Zur Bewegung der Glättstangen bey Kattun-Glättmaschinen kann dieser Mechanismus Anwendung finden. Jene senkrechten Stangen, an deren untern Enden die Glättsteine befestigt sind, müssen in diesem Falle mit o k verbunden, und durch irgend eine Kraft (z. B. eine Feder) auf den zu glättenden Zeug niedergedrückt werden.

Fig. 20 ist nach dem Vorstehenden leicht zu erklären, da bey ihr nur die Stellung der beyden Arme (a b, c d) des Zwillings etwas abgeändert ist. Man bedient sich dieser Vorrichtung, um bey Pantschmaschinen (§. 109. 4) den Tisch, auf welchem die zu reinigenden Zeuge (Leinwand oder Kattun) liegen, unter den Hämmern hin und her zu bewegen; zu welchem Ende das bewegliche Tischblatt mit der Stange a e zusammengehängt wird.

Zweyte Unterabtheilung.

Vorrichtungen, welche zur Régulirung einer Bewegung dienen, indem sie dieselbe auf eine gewisse Richtung, auf eine gewisse Geschwindigkeit beschränken, oder das Ungleichförmige ihrer Geschwindigkeit aufheben.

I. Sperr-Räder.

§. 117.

Wenn, wie dieß bey vielen Gelegenheiten der Fall ist, die drehende Bewegung irgend eines Maschinentheiles nach einer gewissen Richtung hin gestattet, nach der entgegengesetzten Richtung aber verhindert werden soll, so bedient man sich gewöhnlich eines Sperr-Rades (Taf. V, Fig. 14, a), zwischen dessen schiefstehende sägenartige Zähne ein hakenförmiges Stück, der Sperrhaken oder Sperrkegel b, einzufallen bestimmt ist. Das Sperr-Rad wird an der Axe des Rades, Cylinders ꝛc. überhaupt desjenigen Theiles, dessen Bewegung dadurch gehindert werden soll, befestigt, und dreht sich mit demselben zugleich. Wenn die Drehung nach der in der Zeichnung durch den Pfeil angezeigten Richtung vorgenommen wird, so geht sie ohne Anstand vor sich, weil der Sperrhaken dabey über die schiefe Fläche der Zähne weggleitet, und aus einem Einschnitte in den andern fällt. Hingegen verhindert der Sperrhaken die Bewegung nach der verkehrten Seite, indem er sich an die steile Seite des eben in seiner Nähe befindlichen Zahnes stemmt. So könnte man mittelst eines um eine Welle sich wickelnden Seiles eine Last emporheben, ohne in irgend einem Augenblicke das Zurücksinken derselben befürchten zu dürfen, wenn man das Ende dieser Welle mit einem Sperr-Rade versähe, wodurch die zum Abwickeln des Seiles nöthige Drehung nach rückwärts verhindert würde.

Um von dem Einfallen des Sperrhakens zwischen die Zäh-

ne des Rades völlig versichert zu seyn, versieht man denselben sehr oft mit einer auf ihn drückenden Feder, wie z. B. c, Fig. 15, wo der Sperrhaken d einen zweyarmigen Hebel bildet.

In manchen Fällen gibt man, hauptsächlich um die ganze Vorrichtung zu vereinfachen, dem Sperr-Rade keine förmlichen Zähne, sondern läßt dasselbe aus einer hölzernen Scheibe bestehen, auf deren Stirn in gleichen Entfernungen eiserne Stifte eingeschlagen sind.

Fälle von der Anwendung der Sperr-Räder kommen sehr oft vor, weil der Zweck, zu welchem man sich ihrer bedienen kann, ein sehr gewöhnlicher ist. So versieht man an allen Weberstühlen den Zeugbaum, um welchen sich das fertige Gewebe aufwickelt, und eben so meistens auch den Garnbaum, mit einem Sperr-Rade, in welches ein am Gestelle des Stuhles befestigter Sperrhaken fällt. Die zum Verweben bestimmte Zeugkette wird dadurch gespannt erhalten. — Die gemeine Wagenwinde (§. 92) besitzt ein Sperr-Rad, welches an der Axe des in die gezahnte Stange eingreifenden Getriebes sitzt. Wenn die Kurbel einer solchen Winde rechts herumgedreht wird, so findet man von Seite des Sperr-Rades kein Hinderniß, und die Stange hebt sich; hingegen wird das Zurücksinken dieser letztern durch den zwischen die Zähne des Sperr-Rades eingefallenen Sperrhaken, der das Getrieb festhält, verhindert. Will man daher die Stange wieder in ihre alte Lage bringen, so muß man, um die Kurbel verkehrt drehen zu können, den erwähnten Haken vorher ausheben. Mit einem Sperr-Rade versieht man oft auch die Stellschrauben an großen Walzwerken (§. 47), um das Zurückweichen derselben zu verhindern. — Den Drehbogen der Metallarbeiter (§. 76) gibt man zuweilen die folgende bequeme Einrichtung. Eine biegsame elastische Stahlschiene l (Taf. XV, Fig. 2), welche in einem Hefte m steckt, vertritt die Stelle des Bogens, auf welchen die Darmsaite i gespannt wird. Das eine Ende dieser Saite ist bey k an jene Schiene geknüpft; während das andere durch ein Loch des Stiftes h gezogen, und mit einem einfachen Knoten vor dem Herausschlüpfen gesichert wird. Der Stift h läßt sich in der Schie-

ne Uhren, und nimmt dabey die Saite um sich auf; er wird an dem Zurückgehen durch ein mit ihm verbundenes Sperr-Rädchen g gehindert, welches mit einem Sperrhaken o, und einer darauf drückenden Feder n versehen ist. Ganz auf dieselbe Art kann man auch die zur Spannung der Saiten an musikalischen Instrumenten bestimmten Wirbel mit kleinen Sperr-Rädern versehen, um das Zurückgehen derselben, und das Nachlassen der Saiten zu verhindern. — Zur Feststellung des Federstiftes in den Uhren, und zur Spannung der in ihrem Gehäuse eingeschlossenen Feder (§§. 25, 95) bedient man sich gleichfalls eines Sperr-Rades (s Fig. 5, Taf. XII), welches auf das äußerste viereckigte Ende der Federhaus-Welle gesteckt wird, und in welches ein an der Uhrplatte befindlicher Sperrkegel einfällt. Wenn man die Welle des Federhauses unter diesen Umständen ein wenig nach derjenigen Richtung dreht, in welcher die Bewegung von dem Sperr-Rade gestattet wird, so wird die Feder etwas zusammengewunden; sie kann sich aber nicht wieder ausbreiten, weil die Welle von dem Sperr-Rade festgehalten wird, und behält somit immer selbst dann noch einen Theil ihrer Spannung, wenn sie auf das Räderwerk der Uhr zu wirken bereits aufgehört hat. Der Zweck dieser Einrichtung ist früher angegeben worden (§. 25).

Manchmahl beabsichtigt man bey der Anbringung eines Sperr-Rades die Verbindung zweyer beweglichen Maschinentheile in solcher Art, daß, nach Umständen, entweder beyde sich zugleich bewegen, oder der eine von ihnen während der Bewegung des andern unverrückt bleibt. Die Art, dieses zu bewirken, wird aus dem Nachfolgenden deutlich werden. Stelle man sich vor, daß z. B. ein Cylinder durch ein in einer Scheibe angebrachtes Loch gesteckt, und hart an der Fläche dieser Scheibe mit einem Sperr-Rade versehen sey, dessen Sperrkegel sich auf der Scheibe selbst befindet, so wird man durch diese einfache Vorrichtung den beabsichtigten Zweck erreichen. Nach einer gewissen Richtung gedreht, wird der Cylinder allein sich bewegen, indem die Zähne seines Sperr-Rades von dem über sie weggleitenden Sperrhaken kein Hinderniß

erfahren; nach der entgegengesetzten Richtung aber nicht sich der Cylinder begreiflicher Weise nicht drehen können, ohne die Scheibe mitzunehmen, da beyde durch den eingefallenen Sperrkegel gleichsam fest vereinigt sind. Man bedient sich dieses, oder eines ähnlichen Mechanismus hin und wieder, wo der dadurch bezweckte Erfolg nöthig ist. Ein sehr gewöhnliches Beyspiel hiervon ist das Schneckengesperre in den gemeinen Taschen- und andern Federuhren.

Wie aus der (Taf. XII, Fig. 6) gezeichneten, und (S. 90) beschriebenen Einrichtung der Taschenuhr hervorgeht, ist die Schnecke derselben, welche von dem Federhause aus mittelst der Kette umgedreht wird, mit einem gezahnten Rade in Verbindung, durch dessen Hülfe sie die Bewegung auf das übrige Räderwerk fortpflanzt. Hierbey muß sich also das Schneckenrad mit der Schnecke zugleich drehen. Wenn aber die Uhr abgelaufen ist, so geschieht bekanntlich das Wiederaufziehen derselben durch Umdrehung der Schnecke mittelst des Schlüssels, wobey jedoch das ganze Räderwerk der Uhr unbewegt bleiben, dagegen die Schnecke allein sich drehen muß. Wegen dieses Umstandes kann auch die Schnecke mit ihrem Rade nicht vollkommen fest vereinigt seyn: diese Vereinigung geschieht vielmehr durch das erwähnte Gesperr. Man unterscheidet gewöhnlich zwey Arten des Schneckengesperres, welche jedoch nicht wesentlich von einander abweichen, nämlich das offene und verdeckte. Das offene Gesperr, welches deßwegen so heißt, weil es frey und unbedeckt liegt, ist in Figur 3 (Taf. XV) gezeichnet, und folgender Gestalt eingerichtet. Der unterste Rand der Schnecke a, welcher unmittelbar auf dem Schneckenrade d d aufsitzt, ist mit Sperrzähnen versehen, zwischen welche ein auf dem Rade befindlicher Sperrkegel b von der Feder c c gedrückt wird. Diese Vorrichtung gestattet wohl eine freye Drehung der Schnecke a nach der durch den Pfeil angezeigten Richtung, nicht aber nach der entgegengesetzten. Das verdeckte Gesperr, welches an den französischen Uhren gewöhnlich gefunden wird, ist etwas vorzüglicher als das offene, weil die Theile desselben nicht so sehr der Beschädigung ausgesetzt sind.

Man bringt hierbey auf der untern, verkieft ausgedrehten, Fläche der Schnecke einen mit auswärts gekehrten Sperrzähnen versehenen Ring an, der durch Nieten oder Schrauben befestigt wird, und also mit der Schnecke gleichsam ein und dasselbe Stück ausmacht. Wenn die Schnecke auf das gezahnte Rad gesetzt wird, so kömmt das Sperr-Rad (der erwähnte Ring) genau an die Stelle, welche es einnehmen muß, damit der auf dem Schneckenrade befindliche Sperrkegel die Zähne desselben faßt. Sperrkegel und Sperrfeder werden hier von der Schnecke bedeckt, und sind also, ohne daß man das Schneckenrad entfernt, so wenig zu sehen, als das an der Schnecke befestigte Sperr-Rad. — Eine dem offenen Schneckengesperre ganz gleiche Vorrichtung bringt man bey den Gewichtuhren an, wo die Walze, um welche die Schnur des Gewichtes sich wickelt, beym Aufziehen ebenfalls sich drehen muß, ohne daß das an ihr befestigte erste Rad der Uhr eine Bewegung empfangen darf. Hier besitzt die Walze das Sperr-Rad, und der Sperrkegel nebst seiner Feder befindet sich auf der Fläche des Walzenrades. — Durch eine ähnliche Vorrichtung bewirkt man an gewissen künstlichen Uhrschlüsseln, daß der Griff derselben nach einer gewissen Richtung sich drehen läßt, ohne das Schlüsselrohr mitzunehmen, während das Aufziehen ganz wie gewöhnlich vor sich geht, wenn nach der entgegengesetzten Seite gedreht wird. Durch die Anbringung eines solchen Gesperres sucht man die Beschädigung zu vermeiden, welche aus einer verkehrten Drehung des Schlüssels beym Aufziehen entstehen könnte. Bey allen diesen Gesperren bringt man zuweilen zwey auf entgegengesetzten Seiten in die Zähne des Sperr-Rades einfallende Sperrkegel an, damit die zufällige Beschädigung eines derselben nicht sogleich den ganzen Mechanismus unwirksam mache.

Es gibt auch Sperr-Räder, welche sich, nach einer kleinen mit ihnen vorgenommenen Abänderung, in jeder Richtung drehen lassen. Ein solches ist in Fig. 16 (Taf. V) abgebildet. Der Sperrhaken gh ist doppelt, dreht sich um einen Punkt d, und die Feder e läßt sich nach Bedürfniß auf einen oder den andern Arm desselben wenden (s. auch Fig. 17). Hierdurch wird auch

das Rad nach einer oder der andern Seite gesperrt. Die Pfeile in beyden Zeichnungen zeigen die Richtungen an, nach denen sich das Rad ungehindert umdrehen läßt. Die Zähne eines solchen doppelten Sperr-Rades müssen natürlich zu beyden Seiten gleich schräg, und dürfen nicht sägenartig seyn, wie die eines gemeinen Sperr-Rades. Von der Anwendung dieser sinnreichen Idee findet sich ein Beyspiel bey den Federwindern der französischen Uhrmacher, deren Welle beliebig nach einer oder der andern Seite umgedreht werden kann, während dieses Werkzeug bey den englischen Uhrmachern ein gemeines Sperr-Rad besitzt *).

§. 118.

In manchen Fällen, wo man irgend einen Maschinentheil in langsam fortschreitende Kreisbewegung versetzen, zugleich aber dessen Zurückweichen nach einer gewissen Richtung verhindern will, kann man dieses durch ein sogenanntes Stoßrad bewirken, welches in der Hauptsache ebenfalls nichts anders, als ein gemeines Sperr-Rad ist, wie man aus dem Nachfolgenden ersehen wird. Eines solchen Mechanismus bedient man sich bey den Sägemühlen (Taf. XIII, Fig. 4), wo die auf- und nieder-

*) Der Federwinder ist ein einfaches Werkzeug, dessen sich die Uhrmacher bedienen, um die im natürlichen Zustande ausgebreitete Feder in enge Gänge zusammen zu winden, wenn sie in das Federhaus gesetzt werden soll. Eine runde, mit dem oben erwähnten Sperr-Rade versehene Welle läßt sich mittelst einer Kurbel in zwey Löchern eines passenden Gestelles, worin sie horizontal liegt, umdrehen; sie trägt an ihrem freyen Ende einen hakenförmigen Stift, in welchen man beym Gebrauch die Uhrfeder mit dem innern Loche (welches sonst an der Welle des Federhauses befestigt wird), einhängt, während man das äußere Ende mit der Hand zurückhält, und die Kurbel umdreht. Durch das Gesperre wird hierbey das Zurückgehen der sich immer enger um die Welle windenden Feder verhindert. Die ganze Vorrichtung spannt man mittelst eines an ihrem Gestelle befindlichen Lappens in den Schraubstock, wenn sie gebraucht werden soll.

gehende Bewegung der Säge b (§. 101) zugleich den Wagen, worauf der zu zerschneidende Balken liegt, horizontal vorwärts rücken muß. Dieses geschieht auf folgende sinnreiche Art: Mit dem obern Theile des Sägegitters (des hölzernen Rahmens, in welchem das Sägblatt gespannt ist), ist bey g ein winkelförmiger Hebel verbunden, der seinen Umdrehungspunkt in der kleinen Welle h besitzt, die mit ihren Zapfen frey beweglich ist. An der nähmlichen Welle sitzt der zweyte Arm l, durch welchen die vorn mit einer eisernen Klaue versehene Stoßstange m in Thätigkeit gesetzt wird. Indem nähmlich die Säge b sich aufwärts bewegt, nimmt sie den Hebelarm g k mit sich, dreht dadurch die Welle h ein wenig um ihre Axe, und bewirkt somit, daß der zweyte Arm l des Winkelhebels g h l sich gegen m zu bewegt; die Stoßstange m m aber stößt einen Zahn des Stoßrades k fort. Beym Hinabgehen der Säge erhält der Winkelhebel g h l eine entgegengesetzte Bewegung, und die zurückgezogene Stoßstange gleitet über die schiefe Fläche des nächsten Zahnes von k weg, um neuerdings einzufallen. Während dieses Augenblickes verhindert der Sperrkegel i das Zurückweichen des Rades. An der Welle des Stoßrades, die unter dem Wagen a der Mühle quer durchgeht, sitzen zwey Getriebe, von denen bey n nur eines sichtbar ist; diese greifen in ein paar am Wagen selbst befindliche gezahnte Stangen o o, und rücken so das Ganze der Säge in der Richtung des Pfeiles immer näher.

Eine der beschriebenen ziemlich ähnliche Einrichtung ist in Fig. 28 (Taf. XIII) gezeichnet. Während der Umdrehung einer Walze oder eines Rades i wird durch die daran befestigte Kurbel k, und die Ziehstange h die Welle g (welche mit ihren zwey Armen e f einen Winkelhebel bildet) wechselweise vor- und rückwärts (doch nie ganz im Kreise herum) bewegt. Zugleich wird mittelst des Armes e eine Sperrklaue d in abwechselnd vor- und rückwärts gehende Bewegung gesetzt. Wenn beym Niedergange von h jene Klaue zurückgezogen wird, so nimmt sie einen Zahn des noch außerdem mit dem Sperrkegel b versehenen Rades a mit sich; im Vorwärtsgehen hingegen gleitet sie über die schiefe

Seite des nächsten Zahnes weg. Hierdurch wird also das Rad a in eine langsame, ruckweise nach der Richtung des Pfeiles gehende Bewegung gesetzt. — Man sieht leicht ein, daß der Mechanismus der Stoßräder verschiedener Abänderungen fähig sey, ohne seine wesentlichen Eigenschaften zu verlieren. Man findet denselben in allerley Gestalten bey technischen Maschinen angewendet. So ist es bey dem Hadernschneider der Papierfabriken ein Stoßrad, durch dessen Wirkung die zu zerschneidenden Hadern den Messern zugeführt werden. Eine mit Einkerbungen versehene (geriffelte), hölzerne Walze ist nähmlich an der Axe des Stoßrades fest, empfängt von diesem ihre Bewegung, und dreht sich langsam in einer geneigten Rinne, wo sie die Hadern faßt, und vorwärts, gegen die Messer hin, schiebt. — Eine ähnliche Vorrichtung findet sich an den Strohschneidmaschinen, bey welchen man jedoch meistens die gekerbte Walze durch einen mit Haken oder Stiften versehenen Cylinder ersetzt, der das Stroh vorwärts schiebt. Mit Hülfe eines Sperr- oder Stoßrades wird auch bey Tabakschneidmaschinen der Boden der Lade, sammt dem darauf liegenden Tabak allmählich gegen das Messer gerückt. Durch das Auf- und Niedergehen des letztern erhält das Sperr-Rad seine langsame Drehung, und theilt sie einer an seiner Axe befindlichen Schraube mit. Die Gänge dieser Schraube greifen in die Verzahnung einer gerade, unter dem Boden der Lade liegenden Stange (§. 96), und bewirken dadurch die erwähnte Bewegung dieses Bodens, sammt dem darauf befindlichen Tabak. — Die oben bey den Sägemühlen beschriebene Vorrichtung zur Bewegung des Wagens trifft man auch an Holz-Bohrmühlen, wo durch dieses Mittel entweder der zu bohrende Baum dem Bohrer, oder dieser jenem entgegen geführt wird. — Die mit dem Dessein versehene hölzerne Walze an den Trommelstühlen der Seidenzeugweber erhält durch ein Stoßrad ihre langsame Bewegung, vermöge welcher immer ein anderer Theil des Musters zur Hebung der Kettenfäden sich darbiethet u. s. w.

Hierher gehört auch eine in seltenen Fällen zum Heben gro-

ser Kasten angewendete Vorrichtung, wovon man eine Abbildung in Fig. 29 (Tab. III) sieht. Der um den Punkt o sich drehende zweyarmige Hebel p q besitzt zwey klauenartige Sperrhaken m n, die ihre Befestigungspunkte an zwey verschiedenen Seiten von o haben, und deren jeder in einem Zahne des Sperr-Rades r liegt. Das letztere wird durch eine auf und nieder gehende Bewegung des Hebels Zahn für Zahn herumgedreht. Indem nähmlich z. B. der Hebelarm p niedergedrückt wird, geht q in die Höhe; der Haken m geht aus dem Einschnitte zwischen den Zähnen 1 und 2 heraus, gleitet über den Zahn 2 weg, und fällt in den nächsten Einschnitt; der Haken n hat in der nähmlichen Zeit 4 gegen 3 hin fortgestoßen. Wird hierauf das Ende q des Hebels wieder herabgedrückt, so stößt m den Zahn 2 gegen 1 fort, so hingegen fällt n in den Einschnitt zwischen 5 und 6. Auf diese Art ist jede Bewegung des Hebels mit einer Bewegung des Rades r verbunden; letzteres wird, abwechselnd von dem einen und dem andern Haken, Zahn nach Zahn weiter geschoben, und ist in jedem Augenblicke am Zurückgehen verhindert. Die zu hebende Last kann mittelst eines Seiles an der Welle von r befestigt seyn. Die Kraft, welche man mittelst dieses Mechanismus ausüben kann, hängt, begreiflicher Weise, von der Länge der beyden Hebelarme o p und o q, so wie von der Entfernung der Drehungspunkte der Haken m n von dem Drehungspunkte o des Hebels, ab. Wenn das in der Zeichnung oben befindliche Ende p des Hebels niedergedrückt werden soll, so denkt man sich die Last bey n auf den Hebel wirkend, wiewohl in schiefer Richtung, was genau zu berücksichtigen ist. Man wird also an Kraft ersparen können, wenn die Haken dem Punkte o sehr nahe gebracht, oder die Arme des Hebels p q sehr verlängert werden. Daß, wenn die Last an der Welle von r sich befindet, auch noch das Verhältniß zwischen dem Halbmesser dieser Welle und dem Halbmesser von r in Rechnung gebracht werden müsse, versteht sich von selbst.

Von ähnlicher Wirkung, wie die vorstehende, ist auch die in Fig. 1 auf Taf. IV gezeichnete Einrichtung, welche freylich et-

was uneigentlich hierher gehört, da der bewegte Theil kein Rad, sondern eine gerade, mit schrägen Zähnen versehene Stange ist. Diese Stange b b, welche durch das abwechselnde Eingreifen der Sperrhaken l, m, bey der oscillirenden Bewegung des Hebels a a langsam gehoben, und immerfort am Zurücksinken verhindert wird, muß nach ihrer Länge, bey n, einen Einschnitt besitzen, damit die Bewegung von der Drehungsaxe s des Hebels nicht gehindert werde.

§. 119.

Den in den beyden vorigen §§. beschriebenen Vorrichtungen glaube ich hier noch einige andere anreihen zu müssen, da diese dem Zwecke nach mehr oder weniger Aehnlichkeit mit eigentlichen Sperr-Rädern besitzen. Hierher gehören vorerst jene Räder, die überhaupt durch das Einfallen eines Hakens u. dgl. an einer gewissen Stelle festgehalten werden, und erst dann wieder sich bewegen lassen, wenn dieses Hinderniß beseitigt, d. h. der Haken ausgehoben worden ist. Ein Beyspiel hiervon findet sich an vielen der von Kunstdrechslern gebrauchten Versetzköpfe (Taf. XI, Fig. 17), wo das um einen gewissen Theil im Kreise herumgedrehte Futter c durch den in das gezahnte Rad p einfallenden, mit einer Sperrfeder e versehenen Haken d an einer beliebigen Stelle seines Umfanges festgehalten wird. Statt dieser Vorrichtung bedient man sich, wie bey einer frühern Gelegenheit (§. 95) angegeben wurde, mit mehr Vortheil und Bequemlichkeit, einer in das erwähnte Rad eingreifenden endlosen Schraube. — Auch bey Weberstühlen versieht man den Garnbaum meistens, statt mit einem gemeinen Sperr-Rade (§. 117) mit einer gezahnten hölzernen Scheibe, in welche ein mit einem Zapfen versehener Hebel als Sperrhaken einfällt, und jede Drehung verhindert. Wenn der Weber einen Theil der Kette von diesem Baume abwickeln will, so muß er vorher, durch Anziehen einer Schnur, jenen Hebel aus den Zähnen der Scheibe entfernen. Auf eine ähnliche Art wirkt die so genannte Nuß bey den französischen Gewehrschlössern, d. h. derjenige Theil, welcher den aufgezogenen Hahn in seiner Lage so lang festhält,

bis man den Schuß machen will. Man ſieht auf Taf. II in Fig. 24 den Hahn b unaufgezogen. Zieht man ihn mit der Hand zurück, ſo fällt ein ſperrhakenartig geformtes Stück p, welches von der Feder r gepreßt wird, voraus in den erſten, dann in den zweyten, ſeichteren, Einſchnitt der Nuß d. Das Ganze nimmt dabey die in Fig. 11 gezeichnete Stellung an, und behält ſie bis zu dem Augenblicke, wo durch die Wirkung des Drückers auf die Stange e, das Vorwärtsſchlagen des Hahnes bewirkt wird (vergl. §§. 26, 35).

In den Schlag- und Repetiruhren kommt eine Art von Sperr-Rad vor, die ſehr lange, ſternförmig ſtehende Zähne, Sperrhaken und Sperrfeder heißt, und welche zwar nicht das Drehen eines Rades nach einer gewiſſen Richtung verhindert, ſondern nur die ſo genannte Stundenſtaffel auf einer gewiſſen Stelle des Umfanges feſthält. Dieſes iſt der ſo genannte Stern, den man auf Taf. XV in Fig. 4 bey p abgeſondert, in Fig. 5 aber mit der Stundenſtaffel r verbunden ſieht. Derjenige ſtatt eines Sperrhakens dienende Theil m (der Einfall) liegt entweder vermöge ſeiner eigenen Elaſticität zwiſchen zwey Zähnen des Sterns, oder er wird durch eine beſondere Feder hineingedrückt (ſ. Fig. 5, d).

Ein anderer Theil der Schlaguhren, welcher ebenfalls ſeiner Geſtalt und Wirkung nach hierher gehört, iſt der ſo genannte Rechen, ein mit Sperrzähnen verſehener Kreisbogen, deſſen Beſtimmung nur dann deutlich werden kann, wenn ich in Betreff ſeiner etwas weiter ausholle. Fig. 5 (Taf. XV) zeigt die Haupttheile eines gemeinen Stundenſchlagwerkes, in ſo weit ſie nähmlich beſtimmt ſind, die Zahl der bey jeder Stunde nöthigen Schläge zu reguliren. Damit die Wirkung des Schlagwerkes mit dem Gange der Uhr im erforderlichen Einklang ſtehe, iſt jenes mit dem Weiſer- oder Vorlegwerke verbunden, deſſen Theile ſchon früher (§. 90) genannt und beſchrieben worden ſind. Man ſieht in Fig. 5 alle dieſe Theile wieder; und zwar bedeutet b das an dem Minutenrohre befeſtigte Minutengetrieb, a das Wechſelrad, i i das Wechſelgetrieb und e e das Stundenrad. Minuten-

getrieb und Wechselrad haben hier gleich viel Zähne, und da bekanntlich das erste von beyden in jeder Stunde einen Umgang macht, so kommt auch das letzte in dieser Zeit einmahl um seine Axe. Um bey so bewandten Umständen die verhältnißmäßige Geschwindigkeit des Stundenrades e hervorzubringen, muß man demselben zwölfmahl so viel Zähne geben, als dem darein greifenden Wechselgetriebe ii, welches ebenfalls in einer Stunde einen Umgang vollbringt. Auf der Fläche des Wechselrades a ist ein senkrechter Stift x befestigt, der bey jeder Umdrehung dieses Rades, also in jeder Stunde, einmahl gegen den Arm o des um f beweglichen Winkelhebels efw (der so genannten Auslösung) stößt, denselben zurückschiebt, und unter ihm vorbey geht. Die Bewegung des Hebelarmes o bewirkt zugleich, daß von w der einarmige Hebel kg, der seinen Drehungspunkt in h besitzt, etwas gehoben wird. Dieser Hebel, der die Einfallsschnalle heißt, ist bey i mit einer unterwärts gerichteten Spitze versehen, welche, wenn das Schlagwerk in Ruhe ist, in dem zwischen dem Ende k und dem Zahne 1 des Rechens kl befindlichen Einschnitte liegt. Der Rechen hat nähmlich auf seiner bogenförmigen Stirn 13 bis 14 sägenartig eingeschnittene Sperrzähne, von denen jedoch nur die ersten zwölf, von k an gerechnet, Dienste thun. Die Verlängerung des Rechens ist ein um den Punkt m beweglicher zweyarmiger Hebel, dessen kürzerer Arm n von einer Feder o gepreßt wird. Kann nun n ungehindert diesem Drucke bis auf einen gewissen Grad nachgeben, so fällt der Rechen selbst, in der angegebenen Richtung, von l nach k. Um wie viele Zähne aber der Rechen sich nach dieser Seite bewegt, eben so viele Schläge macht die Uhr, wie wir sogleich sehen werden. An der verlängerten Welle eines, in der Zeichnung nicht sichtbaren Rades, des Schöpfrades, welches von dem nähmlichen Gewichte, wie das ganze Schlagwerk, in Bewegung gesetzt wird, und bey jedem Schlage des Hammers eine Umdrehung macht, *) befindet sich ein hakenartig gebildeter

*) Zur Erreichung dieses Zweckes kann das Räderwerk folgender-

Zahn z des Schöpfers, mit welchem zugleich ein längerer Fortsatz v verbunden ist. Wenn das Schlagwerk in Ruhe ist, und die Spitze i der Einfallsschnalle in dem Zahne 1 des Rechens liegt, so stemmt sich v gegen einen am Rechen befindlichen Stift t, und ist somit verhindert, sich zu bewegen. Denken wir uns aber den Rechen in einer andern, z. B. in der von der Zeichnung vorgestellten Lage, wo i in dem Zahne 5 des Rechens liegt, und v natürlich von dem Stifte t entfernt ist, so kann

---

maßen eingerichtet seyn. An dem Federhause, oder an der Walze, worum die Schnur des bewegenden Gewichtes geschlagen ist, befindet sich das erste oder Bodenrad des Schlagwerkes. Man kann ihm 64 Zähne geben, und es in das sechszähnige Getrieb des zweyten Rades, von 96 Zähnen, eingreifen lassen. Dieses Rad trägt auf seiner Fläche die zum Heben des Hammers bestimmten Stifte oder Nägel, und heißt daher Hebnägelrad (§. 109). Es greift in das achtzähnige Getrieb des Schöpfrades, an dessen Axe der Schöpfer sitzt. Das Schöpfrad macht mithin ($\frac{24}{8}$) 12 Umläufe während einer Umdrehung des Hebnägelrades; und man muß dem letztern 12 in gleichen Abständen stehende Heb- oder Schlagnägel geben, damit in jeder Umdrehung des Schöpfrades der Hammer einmahl gehoben werde. Manchmahl bringt man einen doppelten Schöpfer an, dessen beyde Spitzen einander gegenüber stehen; in diesem gar nicht seltenen Falle bekommt das Hebnägelrad doppelt soviel Nägel, als gewöhnlich. Um die Geschwindigkeit der auf einander folgenden Schläge zu mäßigen, läßt man das (etwa mit 72 Zähnen versehene) Schöpfrad noch ferner in das 6zähnige Getrieb des Anschlagrades eingreifen, welches, selbst wieder mit 66 Zähnen versehen, das Getrieb herumdreht, an welchem sich der Windfang (§. 141) befindet. Der Windfang vollbringt daher, in dem angenommenen Beyspiele 16896 Umläufe, während das Bodenrad ein einziges Mahl sich um seine Axe bewegt. — Nach einer andern Berechnung bekommt das Bodenrad 80 Zähne, das Schlagnägelrad mit 10 Nägeln, 60 Zähne, das daran sitzende Getrieb aber 8, ferner das Schöpfrad und Anschlagrad ebenfalls 60, ihre Getriebe aber, so wie jenes des Windfanges, durchaus 6 Zähne. Hierbey macht der Windfang 10,000 Umläufe während einer Revolution des Bodenrades.

die auf das Schlagwerk immerfort wirkende bewegende Kraft frey sich äußern: alle Räder, mithin auch das Schöpfrad, und der an der Welle desselben sitzende Zahn z, werden sich drehen, die Uhr wird schlagen. Wie viel Schläge sie unter diesen Umständen machen kann, hängt von der Lage des Rechens ab. Da der Schöpfer z bey jedem Schlage eine Umdrehung macht, so faßt er auch, indem sein vorderer Theil an dem Rechen vorbey geht, einen Zahn dieses letztern, und schiebt ihn nach der Seite l zu, während die Spitze i der Einfallsschnalle aus einem Einschnitt in den andern gleitet, und zugleich, die Stelle eines Sperrkegels vertretend, das Zurückweichen des Rechens in seine alte Lage verhindert, indem sie sich gegen die steile Seite des vorhergehenden Zahnes stemmt. Befinden sich nun fünf Zähne des Rechens anfangs zwischen k und i, so dreht sich der Schöpfer fünfmahl um, es geschehen fünf Schläge, und wenn diese vollbracht sind, stößt der Ansatz v wieder gegen den Stift t, die Bewegung und das Schlagen hört mithin auf; die Spitze i aber liegt neuerdings in dem ersten Einschnitte des Rechens. Ich habe am Eingange dieser Erklärung gezeigt, daß der beschriebene Vorgang regelmäßig jede Stunde verursacht wird, indem der am Wechselrade sitzende Stift x die Auslösung bewirkt, die Spitze i aus den Zähnen des Rechens entfernt, und dem letztern selbst die Freyheit gestattet, dem Drucke der Feder o nachgebend, sich in der Richtung i k zu bewegen. Es handelt sich nun um eine Art, die Zahl der Schläge zu reguliren, d. h. den Rechen gerade nur um so viele Zähne gegen k hin sinken zu lassen, als Schläge bey jeder Stunde geschehen müssen. Hierzu ist folgende sinnreiche Vorrichtung angebracht. Der Arm n des Rechens stößt, wenn die Feder o auf ihn drückt, gegen ein in gewisser Entfernung angebrachtes Hinderniß, welches macht, daß der Rechen selbst, nur um eine bestimmte Anzahl Zähne sich nach k zu bewegen kann. In jeder Stunde aber muß dieses Hinderniß in einer andern Entfernung von der ursprünglichen Stelle des Armes n sich befinden, und daher gibt man ihm nachstehende Einrichtung. Eine spiralförmig eingeschnittene Metallplatte r, die

sogenannte Stunden-Staffel, ist mit 12 Absätzen von verschiedener Tiefe versehen, und einer dieser Absätze befindet sich immer dem Arme n gegenüber, an ihm findet sodann dieser Arm das erwähnte Hinderniß. In der Zeichnung sind die sichtbaren Absätze der Staffel mit Ziffern bezeichnet, welche die Zahl der Schläge andeuten, die von der Uhr vollbracht werden, wenn der betreffende Absatz dem Arme n gekehrt ist. Fällt dieser Arm bey der Auslösung der Einfallspitze i auf den höchsten Absatz der Staffel, auf den Absatz 1, so kann der Rechen nur um einen einzigen Zahn aus seiner anfänglichen Lage gegen k hin sich bewegen, und es geschieht ein Schlag; befindet sich hingegen der tiefste Absatz gegenüber von n, so kann dieser Arm sehr weit einfallen, und zwar gerade so weit, daß der Rechen um 12 Zähne zurückgeht u. s. w. In der Zeichnung ist das Werk so vorgestellt, wie es seyn würde, wenn es eben die fünfte Stunde zu schlagen anfangen wollte. Der Arm n liegt nähmlich auf dem Absatze 5 der Staffel, und der Rechen ist durch den Druck der Feder o um fünf Zähne zurückgesunken, d. h. die Einfallspitze i liegt vor dem fünften Zahne. Es kommt nunmehr darauf an, dem Arme n in jeder Stunde den korrespondirenden Absatz der Staffel darzubiethen, und dieses geschieht auf eine sehr einfache Art. Mit der Staffel concentrisch verbunden ist nähmlich ein zwölfzähniger Stern p, der von einem an dem Minutengetriebe b befindlichen, und mithin in jeder Stunde einen Umgang vollbringenden, Stifte y nach Verlauf der Stunde um einen Zahn fortgeschoben, also um den zwölften Theil seines Umfanges herumbewegt wird.*) Dadurch kommt natürlich alle Stunden ein an-

*) Der erwähnte Stift darf hierbey den Zahn des Sterns nicht langsam fortschieben, sondern die Bewegung des letztern muß in einem Augenblicke vollbracht seyn, und also gleichsam sprungweise geschehen. Eben hierzu ist die dreyeckige Gestalt des Einfalls q sehr zweckmäßig gewählt. Der Stift y braucht nähmlich den Zahn nur leise zu berühren, dadurch den Einfall auszuheben; und sogleich wird von der Feder d derselbe Einfall in den

derer Absatz der Staffel dem Arme n des Rechens gegenüber, und die jedesmahlige Zahl der Schläge muß mit dem Gange der Uhr zusammenstimmen. Die etwa zufällige Verrückung der Staffel wird durch den zwischen die Zähne des Sterns einfallenden Theil q, auf welchen die Feder d drückt, verhindert.

Soll das vollegende Schlägwerk zum Wiederhohlen (Repetiren) eingerichtet werden, so kann man dieses durch einen einfachen Mechanismus bewerkstelligen. Da nähmlich ein jeder Absatz der Staffel die ganze Stunde hindurch vor dem Arme n stehen bleibt, und der Stern erst ganz kurz vor dem Anfang der nächsten Stunde um einen Zahn geschoben wird, so hat man nur die Aufhebung der Einfallsspitze zu bewirken, um, so oft als man will, die nähmliche Anzahl Schläge zu hören. Man hat nur bey w einen zweyarmigen Hebel anzubringen, der mit einem Ende in die Auslösung o greift, an dem andern aber mittelst einer Schnur s von außen gezogen wird. Die Feder u ist bestimmt, diesen Hebel sogleich nach Vollendung des Zuges in seine vorige Lage zu bringen, damit die Spitze i in den Rechen einfallen könne. Dieses Einfallen ist nothwendig, weil außerdem die immerfort drückende Feder o keine Bewegung des Rechens nach l zu gestatten, vielmehr der Schöpfer z wiederhohlt den nähmlichen Zahn fassen, und die Uhr ohne Aufhören schlagen würde. Durch dauernde Spannung der Schnur s kann aber dieser Erfolg leicht erhalten werden.

Zu den Sperr-Vorrichtungen gehört endlich gewissermaßen auch derjenige einfache Mechanismus, mittelst dessen bey manchen Uhren das Ueberziehen der Feder vermieden wird, und den man in Fig. 30 auf Taf. XIII. gezeichnet findet. An dem Ende des Schneckenzapfens (oder bey Uhren, welche keine Schnecke haben,

---

folgenden Einschnitt des Sterns gedrückt, die weitere Bewegung des letztern mithin ohne Beyhülfe des Stiftes vollbracht. Auf diese Art ist in der Zeichnung eben der mit 8 bezeichnete Zahn geschoben worden.

an dem einen Ende des Federhauswelle) sich eine mit einem hohlen Zahne versehene kleine Scheibe a, welche in eine andere Scheibe b eingreift, in welche so viele Zähne eingeschnitten sind, als a beym Aufziehen Umdrehungen machen darf, ohne daß die Feder oder Kette der Uhr Gefahr leidet. Bey jedem Umgange von a schiebt der Zahn dieser Scheibe einen Zahn von b fort; und wenn die vorgeschriebene Zahl von Umdrehungen vollbracht ist, so steht jener Zahn an dem uneingeschnittenen Theile n n der Scheibe b an, der keine fernere Bewegung gestattet. — Bey solchen Uhren, deren Spielwerken u. s. w. wegen gewisser Ursachen keine Schnecke angebracht werden kann, das Federhaus aber unbeweglich steht, geschieht das Aufziehen durch Umdrehen der Federhauswelle, die mit dem ersten Rade der Uhr durch ein Gesperre eben so verbunden ist, wie sonst die Schnecke mit ihrem Rade (§. 117). Hier dient die oben beschriebene Vorrichtung zugleich statt der Federspannung mittelst des Aufzug-Rades. Man richtet nähmlich das Ganze so ein, daß auch nach dem Ablaufen des Werkes der Zahn von a durch n, und zwar noch vor der gänzlichen Ausbreitung der Feder, aufgehalten wird.

II. Die Schnecke.

§. 120.

Die Schnecke, in der Gestalt, wie sie zur Verminderung der Ungleichförmigkeit einer Bewegung dient, kann als ein abgestutzter Kegel betrachtet werden, auf dessen Umfang, in der Richtung der Schraubenlinie, spiralförmige Gänge eingeschnitten sind, etwa so, wie Fig. 13 auf Tafel IV zeigt. Denkt man sich in diesen vertieften Gängen eine Schnur, ein Seil oder eine Kette liegend, woran irgend eine Kraft zieht, und dadurch die Schnecke umdreht, so wird sich jenes Seil oder jene Kette von derselben abwickeln. Die Kraft wirkt hierbey nicht immer in gleicher Entfernung von der Axe der Schnecke, vielmehr wird diese Entfernung desto größer, je mehr sich das im Abwickeln begriffene Seil dem dickern Ende nähert. Man kann sich gleichsam die ganze Schnecke unendlich vielmahl, senkrecht auf ihre Axe, durch-

schnitten denken, und man wird dabey lauter Kreise erhalten, von denen nicht zwey an Größe einander vollkommen gleich sind. Nun wirkt aber die an der Schnur ziehende Kraft alle Augenblicke auf einen andern Durchschnittskreis der Schnecke, folglich in einer andern Entfernung von der Axe derselben, an welcher man sich die Last angebracht denken muß. Nach den Gesetzen des Rades an der Welle wird das Verhältniß zwischen Kraft und Last um so größer, je mehr die Entfernung der erstern vom Drehungspunkte wächst, vorausgesetzt, daß die Entfernung der Last immer sich gleich bleibt (§. 144). Dieses Verhältniß ist daher größer am dickern, als am dünnern Ende der Schnecke, und nimmt von dem erstern gegen das letzte hin immerfort ab. Man wird demnach zur Bewegung einer gleich großen mit der Schnecke verbundenen Last desto weniger Kraftaufwand benöthigen, je näher die Kraft dem dickern Theile der Schnecke wirkt. Ist nun gleich die Kraft von solcher Art, daß ihre Größe während der Bewegung immerfort abnimmt, so wird doch (wenn anders diese Abnahme nicht gar zu bedeutend ist), das Umdrehen der Schnecke ziemlich gleichförmig geschehen, wenn nähmlich die Schnur sich zuerst von dem dünneren, und zuletzt von dem dicksten Theile der Schnecke abwickelt. Eben so wird man umgekehrt durch Anwendung der Schnecke eine abnehmende oder wachsende Last mit sich gleich bleibender Kraft zu bewegen im Stande seyn.

Was in dieser Auseinandersetzung etwa undeutlich seyn sollte, wird sich mit Hülfe der Zeichnungen, Fig. 20 auf Taf. IV und Fig. 21 auf Taf. XIV erklären, von denen jene die Schnecke in b von oben gesehen, diese aber im senkrechten Durchschnitte zeigt. Dort sieht man deutlich die Lage der Gänge gegen den Mittelpunkt n der Schnecke; hier sind die von der Axe a b auf den Umfang gezogenen Horizontallinien c d, e f, g h, i k, als Hebelarme zu betrachten, auf deren Enden die sich abwickelnde Schnur nach und nach zu wirken kommt. Von c d bis i k wächst die Länge dieser Hebel, deren man sich eine unendliche Zahl denken kann und denken muß, in einem von der Gestalt der Schnecke abhängenden Verhältnisse; so daß die zu Ende

der Bewegung (nach unserer obigen Annahme) schon sehr geschwächte Kraft auf den längsten Hebelarm wirkt, und daher eben so viel Effect hervorzubringen vermag, als die anfänglich noch unverminderte, aber gegen den kürzesten Hebelarm c d sich äußernde Kraft.

§. 121.

Man bedient sich der Schnecke hauptsächlich, und mit dem größten Nutzen, in den verschiedenen Arten von Federuhren, wo die Bewegung ohne sie außerordentlich ungleichförmig seyn würde, indem die bewegende Feder desto weniger Kraft behält, je mehr sie sich beym Ablaufen entwickelt (§. 25). Die Art, wie hier die Schnecke angebracht wird, ist folgende. In dem Federhause oder der Trommel d (Taf. IV, Fig. 10 und 11) befindet sich die spiralförmig zusammengewickelte Feder (§. 25), welche, indem sie sich nach dem Aufziehen auszubreiten strebt, das Federhaus selbst umdreht. Eine feine Gelenkkette g (deren Gestalt man aus Fig. 10 auf Taf. IX. ersieht), oder bey größern Uhrwerken, eine Saite oder ein Strick, ist am äußern Umfange der Trommel mit einem Ende befestigt, umfängt alle Gänge der Schnecke b, und ist endlich am dicksten Theile dieser letztern wieder befestigt. Indem sich die Trommel durch die Gewalt der Feder umdreht, wickelt sie die Kette um sich auf, und überträgt somit die Bewegung auf die Schnecke, von welcher sich die Kette allmählich abwindet. Indem hierbey die ziehende Kraft dem dickern Theile der Schnecke sich langsam nähert, erfolgt jene (§. 120) erläuterte Ausgleichung ihres Effectes, und die Uhr geht daher späterhin nicht langsamer als zu Anfang. Doch würde, ungeachtet der Anwendung der Schnecke, die Feder gegen das Ende ihres Ganges, zu schwach auf das Räderwerk wirken, wenn man nicht durch die (§§. 95, 117) angezeigten Mittel die Feder, selbst nach dem Ablaufe der Uhr, noch etwas gespannt zu erhalten wüßte.

Mit der Schnecke ist, auf die (§. 117) angegebene Art, das erste gezahnte Rad der Uhr verbunden, welches in Fig. 5 (Taf. XII) mit dem Buchstaben m bezeichnet, und dessen Verrichtung bereits (§. 90) erklärt wurde. Ueber die Ausführung der

Schnecke und ihre Verbindung mit dem Federhause muß hier noch Folgendes bemerkt werden. Man gibt der aus Messing verfertigten Schnecke in Taschenuhren gewöhnlich 5 oder 6 Umgänge; eben so vielmahl dreht sie sich dann auch während eines Aufzuges der Uhr um ihre Axe. Um das Federhaus windet sich jedoch die Kette ungefähr nur viermahl, weil der Durchmesser desselben, der dem größten Durchmesser der Schnecke meistens gleich ist, sich an keiner Stelle vermindert, wie das bey der Schnecke der Fall ist. Die Erfahrung hat die Uhrmacher gelehrt, daß es im Allgemeinen am besten sey, den kleinsten Durchmesser der Schnecke (l c Fig. 21, Taf. XIV) noch etwas größer zu machen, als die Hälfte des größten Durchmessers (m p). Auch soll, da der Zug der Feder erst gegen das Ende der Bewegung sehr merklich vermindert wird, die Kraft aber bey den ersten zwey oder drey Umgängen der Schnecke ziemlich gleichförmig wirkt, die Gestalt der Schnecke hiernach eingerichtet werden. Man macht deßwegen ihr dünneres Ende, eine Strecke hindurch, fast von gleicher Dicke, und gibt überhaupt der ganzen Schnecke die durch Fig. 21 (Taf. XIV) angezeigte, rund ausgeschweifte Gestalt, anstatt sie nach der punktirten Linie l m zu formen. Die Befestigung der Kette geschieht an der Schnecke durch ein kleines daran befindliches Häkchen, welches um einen bey z (Fig. 10, Taf. IV) sichtbaren Stift gehängt wird; an dem Federhause aber durch ein ähnliches Häkchen, welches von einem in der Wand dieses Gehäuses befindlichen Löchelchen aufgenommen wird. Aus Fig. 11 (Taf. IV) und Fig. 5 (Taf. XII) wird man schon ersehen haben, daß alle Schneckengänge mit einem vorspringenden Rande versehen sind, der das Abgleiten der Kette verhindert. Wenn die Uhr abgelaufen ist, d. h. wenn sich die Kette von der Schnecke ganz abgewickelt hat, so geschieht das Aufziehen, indem man die Schnecke mittelst des auf ihren viereckigen Zapfen (l, Fig. 5, Taf. XII) gesteckten Schlüssels nach der verkehrten Richtung herumdreht, wodurch sich die Kette wieder um sie aufwickelt, und die Feder in der sich ebenfalls drehenden Trommel gespannt wird. Fig. 11 (Taf. IV) zeigt die Schnecke und das Federhaus in halb aufge-

zogenem Zustande; in Fig. 5 (Taf. XII) hingegen ist die Schnecke ganz von der Kette entblößt, die dort gezeichnete Uhr also abgelaufen. — Der mit der Schnecke gewöhnlich verbundene Vorfall, welcher das Ueberziehen und das dadurch veranlaßte Abreißen der Kette zu verhindern bestimmt ist, wurde schon (§. 38) beschrieben.

Wie nützlich auch die Schnecke bey solchen Maschinen wirkt, welche durch Federn bewegt werden, so unterläßt man doch häufig sie anzuwenden, besonders dann, wenn der Raum dazu mangelt, wie z. B. in kleinen Spielwerken ꝛc. Dort ist dann ihr Abgang sehr fühlbar, d. h. die von der Feder ausgehende Bewegung ist gegen ihr Ende zu sehr langsam, wenn man nicht die Vorsicht braucht, einen bedeutenden Theil der Feder auf die (§. 117) beschriebene Art zu spannen. Selbst bey vielen Uhren hilft man sich durch dieses, obschon nicht ganz hinlängliche Mittel. In manchen Fällen hat man überdieß die Ungleichheiten in dem Zuge der Feder, welche die Schnecke nicht jedesmahl ganz aufzuheben vermag, durch sinnreiche Mittel zu beseitigen gesucht, und zwar entweder, indem man zwey Federn in ein Federhaus setzte (§. 25) oder durch die Anbringung zweyer Federhäuser, für ein und dasselbe Gehwerk. In diesem letztern Falle (Taf. XV, Fig. 7) bedarf man auch zweyer Ketten, von denen die erste (d) beyde Federhäuser (a und b), die andere (e) aber das zweyte Federhaus (b) mit der Schnecke (c) verbindet. Beym Aufziehen der Uhr wird, wie gewöhnlich, die Schnecke mit Hülfe des Schlüssels umgedreht; sie wickelt dabey die Kette e um sich auf, und spannt die Feder in dem Gehäuse b, durch dessen Bewegung zugleich das Federhaus a aufgezogen wird, in dem die Kette d sich von demselben ab- und um b aufwickelt. Die entgegengesetzte Bewegung aller Theile erfolgt beym Ablaufen. Finden sich nun an einzelnen Stellen der einen Feder Ungleichheiten von solcher Art, daß sie von der Schnecke nicht wohl ausgeglichen werden können, so hilft die zweyte Feder dieselben weniger merklich zu machen.

§. 122.

Der Schnecke bedient man sich, um eine Bewegung gleichförmig zu machen, außer den Uhren in mehreren Fällen, nahmentlich z. B. bey den Bratenwendern, wo sie ganz so wirkt, wie in einer Uhr, und auch eben so wie dort angebracht ist. Die gewöhnlich aus Holz bestehende Schnecke eines Bratenwenders ist wie Fig. 18 (Taf. IV) gestaltet, und durch eine darum gewickelte Schnur mit dem Federhause verbunden. — Durch eine Schnecke wird auch bey den in Bergwerken zum Emporziehen der Erztonnen angewendeten Göpeln das Verhältniß zwischen Kraft und Last in ziemlicher Gleichförmigkeit erhalten, ungeachtet die eine der zwey abwechselnd auf und niedergehenden Tonnen leer, die andere hingegen voll, und also schwerer ist. Man bedient sich für diesen Fall gewöhnlich zweyer mit ihren größern Grundflächen an einander gefügten Schnecken, und läßt das Seilende mit der vollen Tonne von dem kleinsten Gange der einen, das Seilende mit der leeren Tonne aber von dem größten Gange der andern Schnecke herabhängen. — Endlich muß ich hier einer von dem Franzosen Valcourt angegebenen Presse *) zum Zusammenbrücken der Baumwollen-Ballen, beym Einpacken dieses Materiales, gedenken, bey welcher eine sehr sinnreiche Anwendung der Schnecke vorkommt. In Fig. 6 auf Taf. XV sieht man die wesentlichen Theile dieser Verrichtung abgebildet. Die Presse besteht aus drey starken Balken m n o, welche sich längs zweyer eisernen Schraubenspindeln gegen einander bewegen. Der mittlere Theil einer jeden Spindel hat ein linkes Gewinde, p, während die äußeren Theile q und r gemeine rechte Gewinde sind. Die Schraubenspindeln laufen mit ihren Enden in Pfannen, drehen sich, ohne dabey ihre Stelle zu verändern, und besitzen ihre Muttern in den Preßbalken. Wenn daher die beyden Spindeln rechts herumgedreht werden, so gehen die Balken m und o aufwärts,

*) Bulletin de la Société pour l'Encouragement de l'Industrie nationale, Année 1820.

n aber geht abwärts, mithin wird der Raum zwischen m und n vergrößert, jener zwischen n und o verringert; und man hat Zeit, den im Raume A befindlichen Ballen heraus zu nehmen, und einen neuen, noch ungepreßten, einzulegen, während der in B befindliche Ballen zusammengedrückt wird. Empfangen die zwey Schraubenspindeln eine Drehung links herum, so findet der entgegengesetzte Erfolg Statt: der Raum A verengt sich, indem die Balken m und o hinabgehen, n aber aufwärts geführt wird; und der in B vorher eingepreßte Ballen kann nunmehr herausgenommen, und durch einen andern ersetzt werden. Auf diese Weise arbeiten beyde Pressen abwechselnd, und bewirken eine große Zeitersparniß. Die Schraubenspindeln r p q erhalten ihre Bewegung durch zwey an ihnen befestigte gezahnte Räder k und l, welche gemeinschaftlich von einem dritten Rade i nach der nähmlichen Richtung umgedreht werden. — Es ist natürlich, daß zum Zuschrauben der Presse um desto mehr Gewalt nöthig wird, je weiter sich die Balken einander schon genähert haben, weil der Widerstand, den die Elasticität der Baumwolle leistet, mit dem Grade des Zusammendrückens wächst. Eben nun, um dennoch die bewegende Kraft (z. B. ein paar eingespannte Pferde) gleichmäßig während der ganzen Arbeit anzustrengen, hat der Erfinder sich der Schnecke bedient, indem durch ihre Wirkung zu verschiedenen Zeiten mit der nähmlichen Kraft eine größere oder geringere Last in Bewegung gesetzt werden kann (§. 120). Die Welle b des Rades i trägt nähmlich zwey über einander daran befestigte Schnecken, g und h, welche sich immer mit dieser Welle zugleich umdrehen. An der von den Pferden in Bewegung gesetzten Welle a befinden sich, jenen Schnecken gegenüber, zwey hölzerne Cylinder, e und f, welche nur lose darauf gesteckt sind, von denen aber jeweilig einer durch irgend ein Mittel (z. B. mittelst eines durchgesteckten Bolzens) so fest damit verbunden wird, daß er der Drehung der Welle folgen muß. Zwey Stricke, c und d, vereinigen diese Walzen mit den Schnecken auf die gewöhnliche Art, wobey nur zu bemerken ist, daß auf die Walzen e und f beyde Stricke nach der nähmlichen Richtung, daß sie

hingegen um die Schnecken g h nach entgegengesetzten Seiten aufgewickelt sind, und daß immer ein Strick von seiner Walze auf die Schnecke, der andere von der Schnecke auf die Walze sich windet. Beyde Umstände werden durch die Zeichnung hinreichend klar. Wenn, wie in der Figur, die Schnecke g mit dem Seile gefüllt, h aber leer ist, so muß die Walze e fest mit der Welle a verbunden seyn, f aber sich frey darauf drehen können. Indem nun die Bewegung der Maschine beginnt, wickelt sich das Seil c von der Schnecke g ab, und um den Cylinder e auf, während umgekehrt der Strick d von f auf h übergeht; die Balken m und o gehen nieder, n aber geht aufwärts, weil die Schraubenspindeln links herumgedreht werden. Fährt die bewegende Kraft hierauf fort, die Welle a nach derselben Richtung zu drehen, und macht man jetzt durch Einsteckung des Bolzens die Walze f fest, während e los bleibt; so erfolgt das Gegentheil: die Schnecke h, welche vorhin das Seil d von f aufgenommen hat, wird jetzt davon geleert, und umgekehrt wickelt sich das Seil c von e auf g über; die ganze Maschine kommt dadurch wieder in den von der Zeichnung angegebenen Zustand. Indem bey dieser Bewegung immer das thätige Seil von dem dünnern Theile der betreffenden Schnecke sich zuerst abwickelt, von dem dicksten hingegen zuletzt, wird die oben berührte Ausgleichung des wachsenden Widerstandes mit der unverändert bleibenden Kraft hervorgebracht.

§. 123.

Wir haben bisher die Schnecke bloß als Mittel, die Wirkung einer Kraft stets gleichförmig zu erhalten, betrachtet. Doch ist dieses nicht der einzige Zweck, wozu sie mit Nutzen angewendet werden kann, und, obschon eigentlich hier nur in dieser Rücksicht von ihr die Rede seyn sollte, so finde ich es doch gerathen, anhangsweise von einer andern Benützungsart zu sprechen, welche folgende ist.

Denkt man sich das um die Schnecke gelegte Seil an einem Cylinder befestigt, der sich, nicht wie die Trommel einer Federuhr ungleichförmig, sondern immerfort mit ganz gleicher Ge-

schwindigkeit herumdreht, so wird dieser das Seil nach und nach aufnehmen, und auch die Schnecke zur Umdrehung zwingen; allein die Bewegung der Schnecke wird nichts weniger als gleichförmig seyn. Da nähmlich bey jedem Umgange des Cylinders ein seiner Peripherie an Länge gleich kommendes Seilstück sich um denselben aufwickelt, so muß sich in gleicher Zeit ein eben so langes Stück von der Schnecke abwinden. Wäre nun der Durchmesser des Schneckenganges, von welchem diese Abwickelung geschieht, genau eben so groß, als jener des Cylinders, so würde auch die Schnecke einmahl um ihre Axe gekommen seyn, wenn der Cylinder eine Umdrehung vollbracht hat. Ist hingegen der Schneckengang größer als der Cylinder, so wird die Bewegung der Schnecke langsamer; ist er kleiner, so wird sie schneller seyn, als die Bewegung des Cylinders, d. h. die Schnecke wird im ersten Falle weniger, im letzten aber mehr als eine Umdrehung machen, bis der Cylinder einmahl um seine Axe gekommen ist. Wenn somit die Abwickelung des Seiles von der Schnecke zuerst an dem dünnsten Theile, am dicksten zuletzt geschieht, so wird die Geschwindigkeit der Axendrehung von Anfang bis zu Ende immerfort abnehmen; vorausgesetzt, daß die Geschwindigkeit, womit der Cylinder sich umdreht, durchaus unverändert bleibt. Der Erfolg wird dem obigen entgegengesetzt seyn, wenn die Abwickelung der Schnur am dickern Ende der Schnecke beginnt, und am dünnsten endet. Die Ab- oder Zunahme der Geschwindigkeit wird jedesmahl mit der Form der Schnecke im Verhältnisse stehen; wird nähmlich desto merklicher seyn, je bedeutender der Unterschied zwischen dem größten und kleinsten Durchmesser ist. Wo man also irgend einen sich drehenden Maschinentheil mit langsam ab- oder zunehmender Geschwindigkeit in Bewegung setzen will, hat man nichts weiter zu thun, als denselben mit der Axe der Schnecke in Verbindung zu setzen. Eben so wird umgekehrt, wenn die Schnecke mit immer gleicher Schnelligkeit sich dreht, dem Cylinder eine ungleichförmige Bewegung mitgetheilt werden. *)

*) Dieses letztern Mittels hat der Franzose Guéroult sich be-

Anwendungen der Schnecke in dieser Art sind selten; allein man bedient sich in einigen Fällen zu einem ähnlichen Behufe eines abgestutzten Kegels, der sich von der Schnecke hauptsächlich durch den Mangel der spiralförmigen Gänge unterscheidet. Ein hierher gehöriges, in technologischer Hinsicht sehr merkwürdiges Beyspiel, ist die im Folgenden beschriebene, und auf Taf. XVI Fig 1, den Haupttheilen nach abgebildete, zum Schraubenschneiden bestimmte Drehbank. Wie schon an einem andern Orte (§. 36) gelegenheitlich bemerkt wurde, kommt es bey der Verfertigung der Schrauben auf die Verbindung der geradlinigen Bewegung mit der Axendrehung der zu schneidenden Spindel an; und zwar gibt man entweder dieser letztern bloß die drehende, dem Schneidstahl hingegen die fortschreitende Bewegung, oder man vereinigt beyde Bewegungen an der Spindel, während der Stahl unbeweglich bleibt. Dieses ist hier der Fall; und das eigentlich Merkwürdige an der vorliegenden Drehbank ist die Art, wie das Schieben der Spindel während der Zeit ihrer Drehung, und zwar gerade in dem nöthigen Maaße, bewirkt wird. Ein aufrecht stehender abgestutzter Kegel d, der mit seinem obern Zapfen in einem eisernen Bogen c läuft, hat an seinem Umfange mehrere kreisförmige, nicht mit einander zusammenhängende Rinnen, deren Anzahl hier sechs beträgt. An dem untern Ende seiner Axe ist ein horizontal-liegender, nach Art eines Kammrades gezahnter (auch abgesondert gezeichneter) Rechen e angebracht. Die beym Gebrauch der Drehbank durch den Tritt und die endlose Schnur k m in Bewegung gesetzte Spindel greift mittelst eines an ihr befindlichen Getriebes f in diesen Rechen, und dreht dadurch den Kegel etwas herum. Durch Hülfe einer Gelenkkette b ist der Kegel mit einer starken, aufrecht stehenden

---

dient, um den Wagen einer Spinnmaschine in gleichförmig verzögerte Bewegung zu setzen. Der Wagen wird nähmlich von einer Schnur gezogen, welche sich um eine mit gleichförmiger Geschwindigkeit umgedrehte Schnecke, und zwar vom dickern gegen das dünnere Ende derselben aufwickelt.

Stahlfeder a a a zusammengehängt, die der Kegel bey seiner Umdrehung nach sich zieht. Jene Kette besitzt an einem Ende ein Häkchen, um sie in ein Loch des Kegels d einzuhängen, am andern einen Ring, um sie auf dieselbe Art an einen Stift der Feder a zu befestigen. Jede Rinne am Kegel besitzt ein Loch, und an der Feder sind eben so viele Stifte, den erstern gegenüber, befindlich. Die Löcher am Kegel müssen so gestellt seyn, daß sie durchaus gleich weit von der Feder entfernt sind. Indem man nun die Kette h höher oder tiefer an dem Kegel befestigt, wickelt sich, bey einer gleichen Umdrehung des letztern, ein verschieden langes Stück derselben auf; die Feder wird also auch auf eine verschiedene Entfernung nachgezogen, und zwar um desto weiter, je näher die Kette dem dickern Theile des Kegels ist. Die Feder drückt dabey auf die Spindel i der Drehbank, an welcher bey h die zu schneidende Schraubenspindel eingespannt ist, und schiebt sie, während dieselbe sich dreht, ebenfalls mehr oder weniger vorwärts. Dadurch beschreibt der feststehende Schneidstahl die Schraubenlinie. Sobald man mit dem Treten nachläßt, treibt die Feder g, welche sich bey l gegen einen Ansatz der Spindel stemmt, diese wieder zurück. Die Spindel dreht sich dabey abwechselnd vor- und rückwärts, wie dieses zum völligen Ausschneiden der Schraubengänge nöthig ist. Von der Schnelligkeit des Vorwärtsschiebens hängt natürlich die Weite der Schraubengänge ab, und um diese nach Belieben größer oder geringer zu erhalten, darf man nur die Kette an einen dickern oder dünnern Theil des Kegels d befestigen.

III. Excentrische Scheiben.

§. 123. a.

Man bedient sich excentrischer, und nahmentlich herzförmiger (§. 112.) Scheiben in seltenen Fällen zur Erreichung eines ähnlichen Zweckes, wie der durch die Schnecke erhaltene ist. Ich werde mich hier nicht mit der Aufzählung solcher Fälle beschäftigen, da ihrer im Fache der eigentlichen technologischen Mechanik wohl keine vorkommen, sondern ich will bloß die Idee dieser An-

wendungsart im Allgemeinen deutlich zu machen suchen. Gesetzt am Umfange des Rades o, Fig. 10 (Taf. XIV) wirke die bewegende Kraft, an irgend einem Punkte der darauf befestigten Herzscheibe aber sey das Ende eines die Last tragenden Seiles befestigt. Wenn unter diesen Umständen das Rad langsam sich dreht, so wird nach und nach das Seil auf alle Punkte des Herzes zu liegen kommen; da aber diese in verschiedenen Abständen vom Centrum sich befinden, so wird auch der Widerstand der Last wachsen, wenn das Seil gegen die Spitze zu sich aufwickelt, er wird abnehmen oder geringer werden im entgegengesetzten Falle. Die Wirkung ist dieselbe wie bey der Schnecke, mit dem Unterschiede, daß die Ab- und Zunahme des Widerstandes (oder wenn man umgekehrt will, der Kraft) schon bey einer einzigen Umdrehung zweymahl sich wiederhohlt.

IV. Schwungräder.

§. 124.

Es ist eine in der Physik sehr bekannte Sache, daß jeder Körper vermöge seiner natürlichen Eigenschaften so lange in Ruhe bleibt, als keine außer ihm befindliche Kraft ihn zur Bewegung treibt; daß hingegen jeder einmahl in Bewegung gesetzte Körper ohne Aufhören darin verharren würde, wenn nicht ebenfalls äußere Hindernisse, z. B. die auf alle Körper wirkende Schwere, die Reibung an damit in Berührung kommenden andern Körpern, der Widerstand der Luft, nach und nach das Aufhören der Bewegung verursachten. Da jedoch diese Hindernisse zusammengenommen selten so mächtig sind, eine angefangene Bewegung augenblicklich zu hemmen, so dauert diese gewöhnlich noch einige Zeit hindurch fort, nimmt aber allmählich an Schnelligkeit ab, und hört endlich ganz auf. Man kann dieses sehr leicht an einer auf einem Tische fortgestoßenen Kugel beobachten, welche, selbst nach dem Aufhören der stoßenden Kraft, noch eine sehr merkliche Zeit lang sich bewegt.

Denkt man sich irgend einen Körper in kreisförmiger Bewegung, z. B. um eine Welle, so wird auch dieser, von der

bewegenden Kraft unangetrieben, noch eine Weile sich zu drehen im Stande seyn, wenn er vorher in Bewegung war. Dieser Eigenschaft zu Folge wird man sich auch während der Dauer der Bewegung selbst, die Kraft bisweilen unterbrochen, oder wenigstens geschwächt denken können, ohne daß deßwegen die Bewegung sogleich aufhören, oder auch nur an Schnelligkeit merklich abnehmen müßte. Eine mit gehöriger Gewalt im Kreise sich schwingende Vorrichtung wird daher geeignet seyn, gewisse Unregelmäßigkeiten in der Bewegung der mit ihr verbundenen Körper, welche von ungleichförmiger Wirkung der Kraft herrühren, auszugleichen, und dadurch selbst die Bewegung zu erleichtern, indem das Bestreben des schwingenden Theiles, in der einmahl erhaltenen Bewegung zu verharren, auf kurze Augenblicke die Stelle der bewegenden Kraft ganz oder zum Theil vertreten kann. Solche Vorrichtungen, welche zu dem angegebenen Zwecke ausschließlich bestimmt sind, nennt man mit einem allgemeinen Nahmen Schwungräder, obschon sie nicht immer die radförmige Gestalt haben. Man bedient sich nähmlich entweder eines förmlichen, mit Speichen und Kranz versehenen Rades, welches Schwungrad im engern Sinne heißt; oder einer einfachen um ihren Mittelpunkt sich drehenden Scheibe — einer Schwungscheibe; oder endlich mehrerer an einer gemeinschaftlichen Welle sitzenden Stöcke bb (Taf. XV, Fig. 8 und 9), die an ihren Enden mit Gewichten aa beschwert sind, und Schwungflügel genannt werden.

§. 125.

Die Wirkung einer im Kreise schwingenden Masse auf die mit ihr verbundenen Körper ist, wie in der Physik ausführlich erläutert wird, desto bedeutender, je schwerer diese Masse selbst, je größer ihr Abstand vom Drehungspunkte, und je schneller ihre Bewegung ist. Hieraus, und aus der genauen Betrachtung des Zweckes der Schwungräder überhaupt, ergeben sich nachfolgende Regeln für die Construction dieser Maschinentheile.

1.) Man mache die Schwungvorrichtung (sie mag nun ein eigentliches Schwungrad seyn oder nicht) so schwer als es angeht,

und dem Zwecke gemäß ist. Ein zu schweres Schwungrad erfordert, damit es in Bewegung gesetzt werde, zu viel Kraft, welche natürlich ganz verloren geht.

2.) Man bringe die Hauptmasse des Schwungrades in der möglich größten Entfernung vom Umdrehungspunkte an; mache daher die Speichen so dünn, als es die Bedingung der Festigkeit erlaubt, den Kranz hingegen sehr schwer. In dieser Absicht geschieht es z. B. daß man den Kranz solcher Räder zuweilen mit Bley ausgießt. Ein eigentliches Schwungrad ist demnach besser, als eine Schwungscheibe (§. 124).

3.) Man gebe dem Schwungrade die möglich schnellste Bewegung, damit es durch einen geringen Widerstand nicht so leicht zum Stocken gebracht werde. Wo z. B. die von der bewegenden Kraft unmittelbar herumgedrehte Welle sich nur langsam bewegen darf, versieht man dieselbe oft mit einem größern gezahnten Rade, die Axe des Schwungrades aber mit einem darein greifenden Getriebe, um wenigstens dem Schwungrade eine schnellere Drehung zu geben.

4.) Man gebe der Schwungvorrichtung eine Gestalt, bey welcher die zu durchschneidende Luft am wenigsten widerstehend darauf einwirken kann. Ein eigentliches Schwungrad mit vollem Kranze, oder eine Scheibe ist aus diesem Grunde den Schwungflügeln vorzuziehen, welche letztere unaufhörlich die zwischen sie eindringende Luft zu beseitigen haben. Die der Luft entgegengehenden Flächen, z. B. des Radkranzes, der Speichen ꝛc. macht man eben deßwegen scharfkantig oder rund. Räthlich ist es auch, zur Materie des Schwungrades eine specifisch sehr schwere Substanz zu nehmen, weil diese, bey gleichem Gewichte, der Luft eine kleinere Fläche darbiethet. Besser sind daher Schwungräder aus Eisen, als aus Holz. In manchen Taschenuhren findet man sogar goldene Schwungräder.

5.) Das Schwungrad richte man so ein, daß es an allen Stellen gleich schwer, und daher bey jeder Lage im Gleichgewichte ist. Außerdem leidet natürlicher Weise die Bewegung an Gleichförmigkeit. Man muß deßwegen die Schwungmasse auf dem gan-

len Umfange des Rades gleichmäßig zu vertheilen trachten; und falls man sich der Schwungflügel bedient, dieselben in gleichen Entfernungen von einander anbringen. — Hieher ist auch die §. 99 (gegen das Ende) gemachte Bemerkung zu ziehen.

§. 126.

Schwungräder oder andere Schwungvorrichtungen werden bey Maschinen in unzähligen Fällen angewendet. Bey allen Gelegenheiten, wo durch Schuld der bewegenden Kraft, oder wegen anderer Umstände, Ungleichförmigkeiten in der Geschwindigkeit der Bewegung eintreten, ferner überall, wo man den bewegenden Hand des Menschen die Arbeit erleichtern will, nimmt man seine Zuflucht zu einem Schwungrade. Beyspiele hiervon anzuführen scheint fast unnöthig; doch will ich auf die schon vorgekommenen verweisen. Ein Schwungrad findet man an den (§. 93) beschriebenen Arten von Flachsbrechmaschinen, an der (§. 102) beschriebenen Vorrichtung des Wipf- und Stampfwerkes, ferner an den Dampfmaschinen (§. 91) u. s. w. Auch die Unruhe der Taschenuhren ist ein Schwungrad, von dessen Wirkung und Gebrauch aber erst in der Folge die Rede seyn kann (§. 128).

Häufig wird die Stelle eines Schwungrades von einem ursprünglich zu anderem Zwecke bestimmten Maschinentheile vertreten, und in diesem Falle kann die Anbringung einer abgesonderten Schwungvorrichtung erspart werden. So wirken bey jeder gemeinen Mahlmühle das Wasserrad und der bewegliche Mühlstein, bey der Töpferscheibe (§. 20) die schwere hölzerne oder steinerne Tretscheibe, bey Windmühlen die Windflügel u. s. w. zugleich regulirend auf die Bewegung, indem sie mehr oder weniger, nach Maaßgabe der Schnelligkeit ihrer Umdrehung, in Schwung gerathen. Ein ebenfalls hierher gehöriges Beyspiel von ursprünglich ungleichförmiger, durch den Schwung eines Rades aber gleichförmig gemachter Bewegung sieht man bey Spinnrädern, Schleifsteinen und Drehbänken, die durch Treten mit dem Fuße bewegt werden, und bey welchen der Schwung des Schwungrades die Hälfte der ganzen Drehung vollbringen muß (§. 99).

Ganz die Bestimmung eines Schwungrades hat die zu den

Rennſpindel (§. 76) befindliche metallene Schribe (n Fig. 21, Taf. II), wodurch die Bewegung dieſes Bohrwerkzeuges ſehr bedeutend erleichtert, und viel regelmäßiger gemacht wird. — An der zum Spinnen des Flachſes ſo häufig angewendeten Spindel (Taf. V, Fig. 18) findet ſich eine ähnliche Scheibe, oder vielmehr ein aus Holz, Bein, Zinn, Bley oder Thon beſtehender Ring, b, der gleiche Dienſte verrichtet. Dieſe Spindel beſteht aus einem dünnen runden Stück Holz, welches bey a (etwa in dem vierten Theil der Länge) am dickſten iſt, und von da gegen beyde Enden ſpitzig zuläuft. Nahe am untern Ende trägt ſie den erwähnten Ring. Wenn mit der Spindel geſponnen werden ſoll, ſo wird der von dem Rocken ausgezogene Faden zuerſt an die dünne Spitze c befeſtigt, und, während die linke Hand das fernere Ausziehen des Flachſes verrichtet, durch ſchnelles Umdrehen der Spindel zwiſchen den Fingern der rechten Hand zuſammengedreht. Von Zeit zu Zeit wickelt man das geſponnene Garn um den dickern Theil d der Spindel auf.

Der Schwungflügel (§. 124) kann man ſich in allen jenen Fällen bedienen, in welchen Schwungräder oder Schwungvorrichtungen überhaupt angewendet werden. Manchmahl ſind es zwey an horizontalen Armen befeſtigte metallene Kugeln — Schwungkugeln — welche eine Bewegung erleichtern ſollen. Dieſes iſt z. B. der Fall bey großen Schraubenpreſſen (Siegelpreſſen, Münzpreſſen u. ſ. w.), wo nach Art der Fig. 26 Taf. (VII) zwey ſolche Kugeln, m n, angebracht werden, um die Bewegung der Schraubenſpindel a befördern zu helfen.

Zwey an abgeſonderten Armen befeſtigte Schwungkugeln p p (Taf. V, Fig. 19) können auf folgende Art zur Regulirung einer Bewegung dienen. Die Arme m m dieſer Kugeln drehen ſich gemeinſchaftlich um den in der Welle a b befindlichen Punkt c, und ſind durch Hülfe zweyer Spangen e e mit dem auf a b verſchiebbaren Stücke d d zuſammengehängt. Gewinde vereinigen dieſe Spangen ſowohl mit d d als mit den Armen. Bey der Umdrehung der Welle a b entfernen ſich die Kugeln p p von einander, und zwar vermöge ihrer Fliehkraft um ſo weiter, je ſchnel-

ler die Drehung iſt. Die Erklärung dieſer Erſcheinung gehört in die Phyſik, wo ſie ſehr bekannt iſt; für uns iſt es genug, den Erfolg davon kennen zu lernen. Je weiter nähmlich die Kugeln aus einander gehen, deſto tiefer wird das Stück d d längs der Welle herabgezogen. Man wendet dieſe ſinnreiche Vorrichtung (welche den Nahmen des koniſchen Pendels führt) nach der Angabe des Engländers Watt an, um die Geſchwindigkeit der Bewegung bey einer Dampfmaſchine immer gleichförmig zu erhalten. Da nähmlich die Zuführung des Dampfes in den Cylinder (§. 9) durch Hähne geſchieht, die beym Spiel der Maſchine von ſelbſt ſich öffnen und ſchließen; ſo hängt die Menge des auf den Kolben wirkenden Dampfes von der größern oder geringern Oeffnung dieſer Hähne ab. Je weiter ſich die Hähne öffnen, je mehr Dampf alſo auf einmahl in den Cylinder kommt, deſto ſchneller bewegt ſich der darin befindliche Kolben ſammt allen damit verbundenen Theilen. Von der Maſchine wird auch die Welle a b umgedrehet; und man braucht daher nur den Mechanismus zum Oeffnen der Hähne mit dem Stücke d d in Verbindung zu ſetzen, um den beabſichtigten Zweck zu erreichen. Dieſes geſchieht auf folgende Art. Wenn wegen der größern Elaſticität des in dem Keſſel gebildeten Dampfes die Maſchine anfängt ſchneller zu gehen, ſo dreht ſich auch die Welle a b mit größerer Geſchwindigkeit um; die Kugeln p p entfernen ſich von ihr, das Stück d d ſinkt, und die Hähne öffnen ſich weniger. Es gelangt unter dieſen Umſtänden weniger Dampf in den Cylinder, als vorhin, und die Maſchine kommt wieder auf ihre anfängliche Geſchwindigkeit zurück. Das Entgegengeſetzte geſchieht, wenn durch verminderte Dampfbildung im Keſſel die Maſchine langſamer geht. Dann wird, indem die Schwungkugeln ſinken, und d d in die Höhe geht, durch die nun weiter geöffneten Hähne mehr Dampf in den Cylinder geleitet, und der Kolben wieder in ſchnellere Bewegung geſetzt.

V. Das Pendel.

§. 127.

Die Physiker nennen jeden Körper, der an irgend einer über seinem Schwerpunkte befindlichen Stelle so aufgehängt ist, daß er um den Aufhängungspunkt frey sich bewegen kann, ein Pendel. In engerem Sinne heißt so, ein senkrecht mittelst eines Fadens oder einer Stange aufgehängter, verhältnißmäßig ziemlich schwerer Körper, z. B. eine metallene Kugel u. dgl., welcher durch seine regelmäßig hin und her schwingende Bewegung als Mittel zur Regulirung anderer Bewegungen brauchbar wird. Es läßt sich dieser Gegenstand nicht wohl mit Erfolg behandeln, ohne in ein gewisses rein physikalisches Detail einzugehen. Für diesen Behuf wird es daher gut seyn, zu bemerken, daß alle uns hier vorkommenden Gesetze des Pendels von einem sogenannten einfachen Pendel zu verstehen sind, oder, wie es die Physiker erklären, von einem schweren Punkte, der an einem nicht schweren und unbiegsamen Faden aufgehängt ist. Bey der Unmöglichkeit der Existenz eines solchen Pendels kann man sich jedoch unter der Benennung des einfachen Pendels ein kleines an einem leichten Faden hängendes Metallkügelchen vorstellen. Ein solches Pendel ab (Taf. XV, Fig. 11) wird so lange in der senkrechten Lage bleiben, als es durch keine Kraft aus derselben gebracht wird. Hat es jedoch dieselbe einmahl verlassen, ist es z. B. von b bis d zum Steigen gezwungen worden, und wird es dann sich selbst überlassen, so muß die Kugel, indem sie dem Antrieb der Schwere folgt, den nähmlichen Weg wieder zurück machen. Ist dieses aber geschehen, so kann die Kugel bey ihrer Ankunft in b nicht ruhig bleiben, weil sie mit ihrer durch das Herabgehen erlangten Geschwindigkeit sich fort zu bewegen trachtet; sie muß daher in entgegengesetzter Richtung, und zwar von b bis c sich bewegen. Von dort fängt sie, weil die Schwere überwiegend wird, wieder an zu sinken, steigt dann abermahls nach d u. s. f. Man nennt die Bewegung des Pendels von d nach c, und eben so jene von c nach d, eine Schwin-

gung. Der Weg von b ist hierbey nothwendig ein Kreisbogen, wovon a b der Halbmesser.

Wären keine äußern Hindernisse da, wie z. B. die Reibung am Aufhängungsorte a, und der Widerstand der Luft, so würde das einmahl in Bewegung gesetzte Pendel, auch ohne neuen Antrieb der bewegenden Kraft, beständig fortschwingen. In der Erfahrung ist dieses nicht der Fall, vielmehr werden die Schwingungen, eben wegen jener Hindernisse, allmählig kleiner, und hören endlich ganz auf. Man kann jedoch ein dauerndes Schwingen des Pendels erhalten, indem man die bewegende Kraft zwingt, nach jeder Schwingung neuerdings auf dasselbe zu wirken. Wie dieses geschieht, davon in der Folge (§. 136 ꝛc.).

§. 128.

Folgende Sätze aus der Physik über die Pendelschwingungen sind für unsern gegenwärtigen Zweck von Wichtigkeit.

1.) Die Zeit, welche ein Pendel von unveränderter Länge an einem und dem nähmlichen Orte der Erde zur Vollendung einer Schwingung von bestimmter Größe nöthig hat, bleibt sich unter allen Umständen gleich. Daraus folgt, daß mehrere gleich lange Pendel in gleicher Zeit gleich viel Schwingungen machen. Unter Länge des Pendels versteht man die Entfernung des schwingenden Punktes b (Taf. XV, Fig. 11) von dem Aufhängungsorte a. Sehr kleine Schwingungen eines Pendels können als isochronisch (d. h. in gleichen Zeiten vollbracht) angesehen werden, wenn sie auch an sich ungleich sind.

2.) Zwey Pendel von verschiedener Länge schwingen nicht gleich schnell; das kürzere von beyden macht in der nähmlichen Zeit mehr Schwingungen, als das längere. Damit aber die Zahl von Schwingungen des ersteren genau zwey-, drey-, viermahl größer sey, als die Zahl der Schwingungen, welche von dem letztern in derselben Zeit vollbracht werden, muß das Pendel nicht zwey-, drey-, viermahl, sondern vier-, neun- und sechszehnMahl kürzer seyn. Ueberhaupt verhalten sich die Längen zweyer Pendel, wie umgekehrt die Zahlen ihrer Schwingungen mit sich selbst multiplicirt (d. h. zum Quadrat erhoben). — Gesetzt das eine Pendel sey

12 Zoll lang, und mache in einer gewissen Zeit 300 Schwingungen; so wird ein anderes Pendel, welches in der nähmlichen Zeit 100 Schwingungen zu machen bestimmt ist, 108 Zoll lang seyn müssen; denn:

Pendel A		Pendel B		Pendel B		Pendel A
12	:	108	=	100×100	:	300×300
12	:	108	=	10000	:	90000

3.) Die Länge eines Sekunden-Pendels, d. h. eines solchen, welches in jeder Sekunde genau eine Schwingung vollbringt, beträgt unter der geographischen Breite von Wien *) $452\frac{739}{1000}$ Linien, d. i. 3 Fuß, 1 Zoll, $8\frac{739}{1000}$ Linien Wiener-Maaßes. Es läßt sich hieraus durch Rechnung sowohl die Schnelligkeit, mit welcher ein gegebenes Pendel schwingt, als auch die Länge eines zu construirenden Pendels, welches mit bestimmter Schnelligkeit schwingen soll, finden. Besonders das letztere ist von Wichtigkeit, und man verfährt dabey auf folgende Art. Das Sekundenpendel macht in jeder Stunde 3600 Schwingungen. Um daher die Länge eines Pendels zu finden, welches irgend eine andere Anzahl von Schwingungen, z. B. 9200, während der genannten Zeit machen soll, berechne man folgende Proportion:

Quadratzahl der Schwingungen des Pendels		Quadratzahl der Schwingungen des Sekunden-Pendels		Länge des Sekunden-Pendels		Länge des Pendels
9200×9200	:	3600×3600	=	$452\frac{739}{1000}$	:	x
84640000	:	12960000	=	$452\frac{739}{1000}$	:	x

Das Resultat ist sehr nahe $69\frac{1}{2}$, als wie viele Linien Länge man dem in Rede stehenden Pendel geben muß.

---

*) Dieser Beysatz steht nicht unnöthig da. Genaue Versuche, von den berühmtesten Physikern angestellt, haben nähmlich gezeigt, daß die Länge des Sekundenpendels in der Nähe des Aequators merklich geringer, als entfernt von demselben sey. Doch beträgt der größte dieser aufgefundenen Unterschiede (zwischen 0° 13′ südlicher und 67° 5′ nördlicher Breite) nicht mehr als $2\frac{4}{10}$ französische Linien.

Da die zwey mittleren Glieder der vorstehenden Proportion unveränderlich sind, und mit einander multiplicirt, 5,867,497,440 zum Produkte geben, so wird man die Länge eines jeden Pendels in Wiener-Linien finden, wenn man die Zahl seiner Schwingungen während einer Stunde zum Quadrat erhebt (d. h. mit sich selbst multiplicirt), und durch das Produkt die Zahl 5,867,497,440 dividirt. — In mehreren Werken über Uhrmacherkunst gibt es genaue Tafeln, mit deren Hülfe man, ohne alle Rechnung, die Länge eines mit vorgeschriebener Schnelligkeit schwingenden Pendels finden kann. Die Einrichtung einer solchen Tafel wäre etwa folgende:

Ein Pendel, welches Schwingungen in einer Stunde macht	ist lang, Wiener-Linien.
4000	$366\frac{720}{1000}$
4500	$289\frac{845}{1000}$
5000	$234\frac{720}{1000}$
5500	$193\frac{296}{1000}$
6000	$162\frac{928}{1000}$
6500	$138\frac{368}{1000}$
7000	$119\frac{724}{1000}$
7500	$104\frac{851}{1000}$
8000	$91\frac{648}{1000}$
8500	$81\frac{851}{1000}$
9000	$72\frac{944}{1000}$
9500	$65\frac{151}{1000}$
10000	$58\frac{676}{1000}$
10500	$53\frac{248}{1000}$
11000	$48\frac{429}{1000}$
11500	$44\frac{186}{1000}$
12000	$40\frac{725}{1000}$
12500	$37\frac{555}{1000}$
13000	$34\frac{723}{1000}$
13500	$32\frac{129}{1000}$
14000	$29\frac{944}{1000}$
14500	$27\frac{931}{1000}$
15000	$26\frac{848}{1000}$

§. 129.

Der Zweck, zu welchem man sich des Pendels in den mechanischen Künsten fast ausschließlich bedient, ist der, um mittelst desselben den Gang der Uhren gleichförmig zu machen. Das Pendel taugt hierzu vorzüglich deßwegen, weil es, wenn ihm durch das damit verbundene Uhrwerk der beym Schwingen erlittene Kraftverlust beständig vom Neuen ersetzt wird, vermöge seiner regelmäßigen Bewegung, immer gleich viel Schwingungen in einer gewissen Zeit vollbringt (§. 123). Von der Art, diesen Umstand zu der angegebenen Absicht zu benutzen, wird und kann erst später die Rede seyn (§. 136 ꝛc).

Man gibt dem Pendel immer eine solche Einrichtung, bey welcher es am wenigsten von den (§. 127) erwähnten Hindernissen erfährt; daher muß man sowohl auf eine zweckmäßige Gestalt, als auf eine vortheilhafte Aufhängungsart desselben Rücksicht nehmen.

Die einfachste und gewöhnlichste Gestalt sieht man aus Fig. 12 (Taf. XV), wo das Pendel nach zwey verschiedenen Ansichten abgebildet ist. Die Pendelstange a, gewöhnlich aus Eisen oder Stahl verfertigt, trägt an ihrem untern Ende den schweren Körper c, eine aus Messingblech bestehende, mit Bley gefüllte Linse, deren Gewicht man bey den Sekundenpendeln großer Uhren gern zwischen 10 und 20 Pfund macht, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß ein Pendel mit schwerer Linse weniger von dem Widerstande der Luft in seiner Bewegung gehemmt wird *). Die

*) Von dem Einflusse des Widerstandes der Luft auf die Pendelschwingungen überzeugt folgende Erfahrung: Ein zweckmäßig aufgehängtes Pendel, dessen Linse 20 Pfund schwer, 11 Zoll im Durchmesser groß, und in der Mitte, an der Stelle der größten Convexität, 2 Zoll dick ist, schwingt, wenn es einmahl so in Bewegung gesetzt ist, daß es Bogen von 8 Graden durchläuft, ohne neuen Antrieb, noch nach 20 Stunden um $\frac{1}{2}$ Grad. Dasselbe Pendel erleidet eine gleiche Verkleinerung seiner Schwingungen schon in 3 bis 4 Minuten, wenn man die Linse daran dreht, daß ihre ganze Fläche der Luft entgegengeht.

Pendelstange geht durch das Innere der Linse, und endigt sich in eine kleine Schraube b, woran sich die Mutter e befindet. Man bedient sich dieser letztern, um die verschiebbare Linse höher oder tiefer zu stellen, und dadurch die Geschwindigkeit des Pendels zu reguliren.

Was die Aufhängung des Pendels betrifft, so kann sie verschieden seyn, und man kennt hauptsächlich drey Arten, dieselbe zu verrichten, nähmlich die Aufhängung mit der Feder, mit dem Faden, und auf eine Schneide. Die gewöhnlichste Aufhängungsart, welche fast bey allen gröſsern Pendeluhren gefunden wird, ist die mit der Feder, deren Einrichtung aus Fig. 14 (Taf. XV) ersehen werden kann. Die Pendelstange u p ist durch ein kurzes Stück einer Stahlfeder k, bey o befestigt, und schwingt sich an dieser Feder hin und her. Sie wird bey u von einer messingenen Gabel l umfaßt, deren Fortsetzung m senkrecht aufgebogen, und mit der Welle n vereinigt ist. Diese Welle wird durch die Schwingungen des Pendels in hin- und hergehende Bewegung versetzt, indem sie sich abwechselnd um einen gewissen Theil vor- und rückwärts dreht; wie dieselbe mit dem durch das Pendel zu regulirenden Uhrwerke in Verbindung gesetzt wird, kann erst später, und zwar aus dem nächsten Abschnitte erhellen (§. 136).

Bey kleinen Pendeluhren, nahmentlich bey den Stock- oder Tafeluhren findet sich häufig die Aufhängung mittelst eines seidenen Fadens angewendet, von welcher man aus Fig. 13 einen Begriff erhält. Gabel l m n, und Pendelstange u p haben hier dieselbe Einrichtung, wie in Fig. 14. Nur besitzt die letztere ganz oben ein Häkchen t zur Aufnahme des Fadens, der mit einem Ende an dem unbeweglichen Stücke s, mit dem andern hingegen an der dünnen Welle r q befestigt ist. Wird diese Welle, welche gewöhnlich durch das Zifferblatt der Uhr geht, bey q mittelst eines Schlüssels nach einer oder der andern Seite umgedreht, so wickelt sich der Faden entweder von ihr ab, oder um sie auf, und das Pendel sinkt oder steigt. Man hat es hierdurch in seiner Gewalt, die Schwingungen, von welchen der Gang der Uhr abhängt, langsamer oder schneller zu machen,

und die Pendellinse kann für diesen Fall an ihrer Stange ganz fest seyn.

Am vorzüglichsten, doch aber nicht am häufigsten, ist endlich die Aufhängung mittelst einer Schneide (Fig. 12), wobey die von der Gabel i h umfaßte Pendelstange a oben eine abwärts gekehrte stählerne Schneide k trägt, welche auf einer harten Unterlage g beyläufig eben so ruht, wie die schneidigen Zapfen eines Wagebalkens auf ihrer Unterlage. Verminderung der Reibung ist der Hauptvortheil, den man hierdurch zu erreichen sucht, und, bey guter Bauart des Ganzen, auch wirklich erreicht.

Das Pendel, wie es im Vorstehenden beschrieben wurde, ist kein einfaches (§. 127), weil der schwingende Theil (die Linse) kein bloßer Punkt, die Stange des Pendels auch nicht ohne Schwere ist. Wohl aber liegt in der Linse der schwingende Punkt, dessen Abstand vom Aufhängungsorte die eigentliche Länge des Pendels, mithin die Schnelligkeit der Schwingungen bestimmt. Diesen Punkt zu finden, werden mühsame Rechnungen erfordert, von denen ich hier um so mehr absehen kann, als selbst Uhrmacher sich derselben kaum bedienen, sondern die genaue Länge ihres Pendels durch Versuche zu finden sich begnügen. So lange nähmlich das Pendel noch etwas zu langsam schwingt, verkürzen sie dasselbe durch Emporschrauben der Linse, bis es endlich seine rechte Geschwindigkeit erlangt. Bey einem Sekunden-Pendel, dessen Linse 21 Pfund wiegt, und dessen eiserne Stange 5 Linien breit, und 2 dick ist, fällt der schwingende Punkt ungefähr 3½ Linien höher, als der Mittelpunkt der Linse.

§. 130.

Es ist schon oben (§. 127) beyläufig die Rede von den Hindernissen gewesen, welche die Bewegung des Pendels verzögern oder unregelmäßig machen; und ich habe dort den Widerstand der Luft, und die Reibung am Aufhängungspunkte als die vorzüglichsten derselben genannt. Dem Widerstande der Luft sucht man hauptsächlich durch die Linsengestalt des schwingenden Körpers, und zuweilen auch durch eine Zuschärfung der Pendelstange an den der Luft entgegengehenden Kanten, abzuhelfen; die

Reibung beseitigt man, so weit es möglich ist, durch eine zweckmäßige Aufhängungsart (§. 129). Diese beyden Hindernisse treffen, mehr oder weniger, jedes Pendel, und sie lassen sich zwar durch gehörige Vorsicht verringern, niemahls aber ganz heben. Doch sind sie nicht die einzigen störenden Umstände, wodurch der Gang des Pendels, und so auch jener der damit verbundenen Uhren, in Unordnung gebracht werden kann. Eine sehr bedeutende Veränderung erleidet die Bewegung des Pendels durch die Einwirkung der Wärme und Kälte auf dasselbe. Es ist nähmlich eine bekannte Erfahrung, daß alle Körper durch Erwärmung mehr oder weniger ausgedehnt, durch Abkühlung hingegen in eben dem Verhältnisse zusammengezogen oder verkleinert werden. Diese Veränderungen erfährt auch jede gewöhnliche Pendelstange; und wie dadurch der Gang desselben an Regelmäßigkeit leiden müsse, ist leicht einzusehen. In der Wärme wird die Stange ausgedehnt, also verlängert; der schwingende Punkt (§. 129 zu Ende) entfernt sich von dem Aufhängungsorte, und die Schwingungen werden langsamer. Umgekehrt geht das Pendel schneller, wenn seine Stange durch Erkältung verkürzt, der schwingende Punkt also dem Aufhängungsorte näher gebracht wird. Zwar ist diese Verlängerung und Verkürzung der Pendelstangen nur unbedeutend, aber die durch sie bewirkte Veränderung in der Bewegung wird doch nach einer großen Anzahl von Schwingungen sehr merklich. *)

*) Eine Stange geschmiedeten Eisens, welche bey dem Gefrierpunkte (0 Grad des reaum. Thermometers) 100,000 Linien lang ist, dehnt sich bey + 25° Reaum. zu 100,039 Lin. aus. Ein Pendel demnach, welches bey 0° R. Sekunden schwingt, und (zu Folge §. 128) $452\frac{732}{1000}$ Lin. lang ist, besitzt bey + 25° R. (einer warmen Sommer-Temperatur) $452\frac{3}{1000}$ Lin. Länge. Es macht unter diesen Umständen natürlich nicht mehr 3600 Schwingungen in der Stunde, sondern (wie durch Rechnung gefunden werden kann) nur 3599. Jede dieser Schwingungen wirkt aber auf das Uhrwerk so zurück, als wäre sie wirklich in einer Sekunde vollbracht. Der Zeiger bleibt mithin in jeder wahren Stunde um 1 Sekunde, während 24 Stunden aber um 24 Sekunden zurück.

Zur Construction genauer Uhren hat man daher dem Pendel eine solche Einrichtung zu geben gesucht, daß die Aenderung der Temperatur keinen Einfluß darauf äußern könnte, und von diesen Versuchen müssen wir auch hier das Nöthige sprechen. — Man kam auf den natürlichen Gedanken, die Pendelstange aus einer Substanz zu verfertigen, welche in der Wärme sich wenig ausdehnt, und in der Kälte wenig zusammenzieht; und man fand auch wirklich einen solchen Körper an dem Holze verschiedener Bäume, vorzüglich am Tannen-, Fichten- und Nußbaumholze. Allein es zeigte sich gar bald, daß hölzerne Pendelstangen zwar nicht dem Einflusse der Wärme, dafür aber sehr dem Einflusse der Feuchtigkeit unterworfen sind, durch deren Wirkung sie sich krümmen oder werfen; ein Unfall, der selbst durch Anbringung eines Firnisses auf die Oberfläche der Stangen nur zum Theil vermieden werden kann. Später suchte man daher die durch Wärme und Kälte bewirkte Ausdehnung oder Zusammenziehung der metallenen Pendelstangen wenigstens durch eine entgegengesetzte Wirkung aufzuheben (zu compensiren), wenn sie auch nicht zu verhindern waren, und so entstanden nach und nach die verschiedenen Arten der Kompensations-Pendel, mit deren Erfindung sich die geschicktesten Köpfe viele Mühe gegeben haben. Eine solche Kompensation entsteht schon, wenn man der eisernen Pendelstange statt der Linse ein mit Queckſilber gefülltes Gefäß anhängt. Wenn unter diesen Umständen der schwingende Punkt des Pendels durch Verlängerung der Stange tiefer herabgesetzt wird, so wird er durch die beträchtliche Ausdehnung und das Steigen des Queckſilbers um eben so viel wieder hinaufgerückt; d. h. die Schwere des ganzen Pendels bleibt eben so vertheilt, wie zuvor, und die Schnelligkeit seiner Schwingungen erleidet keine Abänderung. Damit die Kompensation vollständig sey, muß natürlicher Weise sowohl die nöthige Menge des Queckſilbers, als die Weite des Gefäßes, worin es sich befindet, durch Versuche bestimmt werden. Mehrere bedeutende Unvollkommenheiten dieser Einrichtung haben gemacht, daß man sie jetzt kaum oder gar nicht mehr anwendet.

Die am häufigsten vorkommende, zuerst von dem berühmten Graham angegebene, späterhin aber verschiedentlich abgeänderte, Art von Kompensationspendeln sind die sogenannten Roſtpendel (Taf. XV, Fig. 18), welche von ihrer roſtförmigen Geſtalt den Nahmen haben. Ein aus Eiſenſtangen beſtehender Rahmen a a b b iſt bey c aufgehangen. Seine untere Querſtange b b trägt zwey in derſelben Ebene liegende Kupferſtangen e f, e f, welche an ihren Enden durch die Querſtange e e vereinigt ſind. An der letztern iſt die ſenkrecht herabgehende Pendelſtange g h feſt, welche frey durch ein Loch der Stange b b geht, und die wie ſonſt geſtaltete Linſe p trägt. Bey zunehmender Wärme werden alle Theile dieſer Vorrichtung ausgedehnt; durch die Verlängerung der Pendelſtange g h und des eiſernen Rahmens a a b b wird die Linſe von dem Aufhängungspunkte c entfernt, durch die aufwärts gehende Verlängerung der kupfernen Stangen e f wird ſie demſelben wieder genähert; und ſie muß demnach in unverrückter Lage bleiben, wenn beyde Veränderungen ſich aufheben. Dieſes wird aber nur dann der Fall ſeyn können, wenn die einfachen Stangen e f die doppelte Ausdehnung von a b und g h zu compenſiren im Stande ſind. Eben deßwegen macht man die Stangen e f von Kupfer oder Meſſing, weil dieſe Metalle ſich in der Wärme mehr ausdehnen, und in der Kälte mehr zuſammenziehen, als ein gleich langes Stück Eiſen. Gewöhnlich reicht man jedoch mit der in der Zeichnung angegebenen Zahl von Stangen nicht aus, und man muß deren mehrere auf dieſelbe Art unter einander verbinden. Die Länge aller Kupferſtangen zuſammengenommen ſoll dabey dreymahl ſo viel betragen, als die Entfernung des Mittelpunktes der Linſe vom Aufhängungspunkte c. — Sehr oft läßt man den zur Kompenſation dienenden Roſt nicht die ganze Länge des Pendels einnehmen, und zur Erzielung einer mittelmäßigen Genauigkeit iſt dieſes auch nicht nothwendig.

Ein ſeiner Einfachheit wegen merkwürdiges Kompenſationsmittel iſt das in Fig. 15 abgebildete, welches ſich ebenfalls, ſo wie das Roſtpendel, auf die ungleiche Ausdehnbarkeit der Me-

talle durch die Wärme, und auf ihre eben so verschiedene Zusammenziehung in der Kälte, gründet. Mit der Pendelstange p c ist eine so genannte Kompensations-Feder r r verbunden, welche aus zwey durch Schrauben fest verbundenen Metallschienen besteht. Die obere dieser Schienen ist Eisen, die untere Kupfer, und beyde müssen in ihrer Bewegung einander folgen. Jedes Ende der Feder trägt eine Schraube, und darauf ein kleines Metallkügelchen m als Gewicht, welches der Pendelstange nach Erforderniß genähert, oder von ihr entfernt werden kann. Schwingt dieses Pendel bey einer gewissen Temperatur gerade so wie es verlongt wird, so müßte bey erhöhter Wärme sein Gang langsamer werden, wenn nicht die Feder r r einen solchen Erfolg verhinderte. In der Wärme dehnt sich nähmlich auch diese aus; ihre beyden Theile erfahren jedoch die Ausdehnung in ungleichem Grade, der obere, eiserne Theil weniger, der untere, kupferne, mehr. Da aber beyde unwandelbar mit einander vereinigt sind, so wird die ganze Feder, wie Fig. 16 zeigt, sich aufwärts krümmen müssen; die beyden schweren Kügelchen m m kommen also dem Aufhängungsorte des Pendels näher, und rücken seinen Schwingungspunkt (dessen Lage sich nach der Vertheilung der Schwere richtet) wieder in die Höhe. Der entgegengesetzte Fall tritt ein, wenn die Kälte auf das Pendel wirkt. Was dann durch Verkürzung der Pendelstange an der Bewegung geändert würde, wenn diese allein Statt fände, wird durch die abwärts gerichtete Krümmung der Feder (Fig. 17), und durch die damit verbundene Versetzung des schwingenden Punktes nach unten, compensirt. Das Pendel behält mithin immer eine gleichförmige Geschwindigkeit, vorausgesetzt, daß durch die Stellung der kugeligen Massen m m die Kompensation auf die erforderliche Art geregelt ist.

Mehrere andere Versuche und Vorschläge, die Kompensations-Pendel betreffend, übergehe ich absichtlich, da ihre bloße Aufzählung mich schon zu weit führen würde. Als einen der vollkommensten Versuche in diesem Fache muß indeß das Kompensations-Pendel des Uhrmachers Berlinger in Wien noch

angeführt werden (Taf. VI, Fig. 16). Es besteht aus zwey Stahlstangen, cc, dd, und einer zwischen diesen befindlichen Messingstange ff, welche bey ihrer, in größerem Maaße als jene der Eisenstangen Statt findenden, Ausdehnung auf die Enden der Hebel hh wirkt, und mittelst der Träger ii die Linse hebt. Damit dieses Heben aber genau so viel betrage, als die von der Ausdehnung der Stahlstangen verursachte Senkung, so müssen die Träger in einer gewissen Entfernung vom Drehungspunkte der Hebel h an letzteren hängen. Diese Entfernung läßt sich durch die zu beyden Seiten der Träger vorgelegten Schraubenmuttern n, n, verändern.

VI. Uhrenhemmungen.

§. 131.

Wenn es sich darum handelt, die Geschwindigkeit einer Bewegung zu mäßigen, so kann dieses zwar auf verschiedene Art geschehen; aber das Mittel, dessen man sich hierzu bedient, muß sich nach der Beschaffenheit der bewegenden Kraft richten. Ist diese Kraft von solcher Art, daß sie stätig, und mit einer an sich schon beschränkten Geschwindigkeit wirkt, wie z. B. die Kraft der Menschen und Thiere, des Windes, Wassers ꝛc., so kann die Schnelligkeit in der Bewegung der damit verbundenen Maschinentheile durch die schon vorgekommenen Mittel (vorzüglich Schnurräder, verzahnte Räder u. s. w.) leicht abgeändert, also auch vermindert werden, sobald der Zweck es erfordert. Wenn hingegen die bewegende Kraft, wie dieses bey den Federn und Gewichten der Fall ist, nur insofern eine länger dauernde Bewegung hervorzubringen vermag, als die Schnelligkeit dieser Bewegung selbst gemindert wird; so muß, um diese Minderung zu bewirken, eine eigene Vorrichtung angebracht seyn. Solche Vorrichtungen sind die Hemmungen oder Stoßwerke, welche den Gegenstand unserer jetzigen Untersuchung ausmachen sollen, und die Windfänge, von welchen ich im nächsten Abschnitte zu sprechen Willens bin.

Eine durch Federn oder Gewichte in Thätigkeit gesetzte Ma-

schine, z. B. eine Uhr, würde (wie schon §. 90 erinnert worden ist) nur sehr kurze Zeit hindurch, während dieser aber mit der größten Schnelligkeit sich bewegen, d. h. sie würde fast augenblicklich ablaufen, wenn sie außer der Bewegungs-Vorrichtung und dem (bereits beschriebenen) Räderwerke keine Theile besäße. Ein höchst wesentliches Bedingniß zur Brauchbarkeit der Uhren ist also die Hemmung, welche macht, daß die Bewegung langsam, und zugleich anhaltend wird.

Außer den Uhren bedürfen einer Hemmung zwar auch alle übrigen Maschinen, welche durch Federn oder Gewichte in dauernde Bewegung gebracht werden (§§. 23, 25); da jedoch Fälle dieser Art selten vorkommen, so sprechen wir hier von den Hemmungen vorzugsweise nur in sofern, als sie bey Uhren angewendet werden.

Die Grund-Idee der Hemmung ist außerordentlich einfach. Man biethet nähmlich dem letzten Rade der Uhr irgend ein Hinderniß dar, welches zwar ausweichen, und somit die Bewegung des ganzen Räderwerkes gestatten kann, sich aber in jedem Augenblicke wieder erneuert, und, so zu sagen, die Bewegung Schritt für Schritt aufhält. Da nun dieser Endzweck auf mannigfaltige Art zu erreichen ist, so kann es auch eine sehr große Zahl von Hemmungen verschiedener Art geben, denen sämmtlich die angegebene Idee zum Grunde liegt. Es kann demnach für meinen gegenwärtigen Zweck eine vollständige Aufzählung der bisher bekannt gewordenen Hemmungen von mir nicht beabsichtigt werden, besonders da ihre Zahl groß genug ist, um allenfalls ein ganzes Buch zu füllen; ich werde mich vielmehr auf die Beschreibung und deutliche Auseinandersetzung der gewöhnlicheren Arten beschränken, und dabey die Hemmungen, welche bey Taschenuhren angewendet werden, von jenen absondern, deren man sich für Pendeluhren bedient. *)

*) Im Verlaufe dieses Werkes sind, freylich zerstreut, außer den Hemmungen, bereits alle wesentlichen Theile der gemeinen Uhren, und insbesondere der Taschenuhren, vorgekommen. Um sich

§. 132.

1. Hemmungen für Taschenuhren. Von Hemmungen, welche bey Taschenuhren angewandet werden, findet man hauptsächlich zwey Arten allgemein im Gebrauch, nähmlich die Hemmung mit der gemeinen Spindel, und die Cylinderhemmung.

a) Die Hemmung mit der gemeinen Spindel, oder die Steigradhemmung ist eben dieselbe, welche mit der auf Taf. XII, Fig. 5 gezeichneten Uhr verbunden erscheint. Sie besteht aus zwey Haupttheilen, der Spindel v, und dem Steigrade u, welches letztere seine Bewegung durch ein an der Axe desselben sitzendes Getrieb t von dem Kronrade s erhält. Wie das Kronrad selbst wieder mit dem übrigen Räderwerke der Uhr in Verbindung steht, ist (§. 90) erläutert worden. Das Steigrad hat die Gestalt des Kronrades, in so weit diese die Stellung der Zähne betrifft; die Gestalt der Zähne ist bey dem Steigrade anders. Diese Zähne haben nähmlich eine ähnliche Form, wie jene an den Sperr-Rädern, d. h. sie sind schräg eingeschnitten, wie man aus der Zeichnung ersieht. Die Welle des Steigrades liegt horizontal zwischen den zwey Platten der Uhr, und das Rad selbst steht mithin senkrecht in diesem Raume. Eben diese Stellung hat die Spindel v, welche aus Stahl verfertigt ist, und deren Zapfen bey 10 und 8 sich befinden. Sie besitzt zwey hervorstehende Lappen 7, welche nicht in einer und der nähmlichen Ebene liegen, sondern einen Winkel von etwa 90 bis 100 Graden bilden. In Fig. 8 sieht man diese Theile mit den nähmlichen Zahlen bezeichnet, und deutlicher als es in Fig. 5, der Nähe des Steigrades wegen, möglich ist. Einer der

einen vollständigen und deutlichen Begriff von diesen interessanten Maschinen machen zu können, wird man sie an folgenden Stellen nachlesen müssen: Die als bewegende Kraft wirkende Feder, §. 25; die Schnecke, §§. 120, 121; das Schneckengesperr, §. 117; den Vorfall, §. 38; die Federspannung, §§. 95, 117; das gesammte Räderwerk, §. 90.

Spindellappen liegt immer zwischen zwey Zähnen des Steigrades, und hält dadurch die Bewegung desselben für einen Augenblick auf. Indem nun das Steigrad mittelbar durch die Kraft der Feder herumgetrieben wird, stößt der eben an der Stelle befindliche Zahn desselben den Lappen zur Seite, und zwingt dadurch die Spinoel, sich um einen gewissen Theil des Kreises zu drehen. War der weggestoßene Lappen der obere, so kommt bey der erwähnten Drehung der Spindel, der zweyte Lappen zwischen zwey am untern Theile des Steigrades befindliche Zähne, hält somit neuerdings die Bewegung auf, wird aber augenblicklich nach der entgegengesetzten Richtung hinausgeworfen; die Spindel dreht sich mithin verkehrt, und der obere Lappen fällt abermahls ein, um wiederhohlt fortgestoßen zu werden. Das Steigrad hat daher immer mit den Spindellappen zu kämpfen, und legt sich selbst durch das Forttreiben des einen, zugleich den andern als neues Hinderniß in den Weg. Seine Bewegung verzögert sich dabey so sehr, daß der Gang der Uhr viel länger dauert, als er ohne Hemmung gewährt haben würde. Man kann sich über den hierbey Statt findenden, und eben beschriebenen Vorgang sehr gut aus der in Fig. 23 (Taf. XV) gegebenen Zeichnung unterrichten, wo ein Theil des Steigrades, sehr vergrößert, nach der Ansicht von oben gezeichnet, das was tiefer liegt aber punktirt ist. Der obere Spindellappen a ist hier eben im Begriff, von der Spitze des Zahnes d abzufallen; der untere, b, von dem Zahne c gefaßt zu werden. Geschieht dieses, so wird b in der Richtung gegen z hin fortgestoßen; dadurch kommt a in den Raum m zu stehen, und bietet sich sogleich dem Zahne o dar, um wieder in seine gegenwärtige Lage gebracht zu werden.

Die Spindel allein, welche sich, wie man aus dem Vorigen sieht, abwechselnd vor- und rückwärts dreht, nie aber einen ganzen Kreis zurücklegt, würde dem Steigrade ein viel zu leichtes Hinderniß seyn; und sie könnte weder die Schnelligkeit der Bewegung hinreichend mäßigen, noch zur Verminderung der Ungleichförmigkeiten im Gange des Werkes etwas beytragen. Da-

her ist auch die Spindel nie für sich angewendet worden, sondern schon bey den ältesten Uhren hat man sie mit zwey an einem horizontalen Arme sitzenden Schwungkugeln versehen, und diese Vorrichtung Bilanz genannt. Da aber (nach §. 125) die Schwungflügel anderen Schwungvorrichtungen an Werth bedeutend nachstehen, so hat man bald zu einem eigentlichen Schwungrade seine Zuflucht genommen, dieses mit seinem Mittelpunkte an die Spindel befestigt, und als Regulator der Bewegung benützt. Dieses Schwungrad, oder die so genannte Unruhe, ist in unsern Zeichnungen (Taf. XII, Fig. 5 und 8) mit ww bemerkt, und dreht sich, wie man sieht, in einer horizontalen Fläche. Es besitzt gewöhnlich drey Speichen oder Arme, und in seinem Mittel ein rundes Plättchen, wodurch es an der Spindel befestigt ist, mit der es sich zugleich drehen muß. Der Nutzen der Unruhe ist sehr bedeutend, indem dieser Theil es eigentlich ist, welcher das zu schnelle Hin- und Herwerfen der Spindel verhindert, und zugleich der Bewegung einige Gleichförmigkeit gibt. Da die Unruhe als ein Schwungrad wirkt, welches sich von gemeinen Schwungrädern einzig und allein durch seine abwechselnd vor- und rückwärts gerichtete Drehung unterscheidet, so müssen auch alle (§. 125) angegebenen Rücksichten beym Bau derselben beobachtet werden. Man verfertigt sie nähmlich aus einem ziemlich schweren Material (gewöhnlich aus hart geschlagenem Messing, selten aus Gold; aus Stahl deßwegen nicht, weil dieses Metall sehr leicht magnetisch wird, und eine stählerne Unruhe aus dieser Ursache dem Gange der Uhr sehr schadet); macht die Arme verhältnißmäßig leichter als den Kranz, und rundet die Kanten des letztern ab, um den Widerstand der Luft zu vermindern.

Die Unruhe sammt der Spindel muß sich bey jeder Schwingung so weit umdrehen, daß der eben zwischen den Zähnen des Steigrades befindliche Lappen ganz entfernt wird, der andere hingegen zwischen diese Zähne eintreten kann. Um eine übermäßige Größe der Unruh-Schwingungen (wodurch die Lappen auf den Spitzen der Steigradzähne sich festsetzen, oder ganz aus diesen

Zähnen herauskommen, d. h. sich ausschwenken würden) zu verhindern, dient der sogenannte Anschlag. Ein Stift ist nähmlich auf der untern Seite in den Kranz der Unruhe festgenietet, und dieser schlägt abwechselnd rechts und links gegen irgend ein Hinderniß, wenn die ganze Vorrichtung durch was immer für eine Ursache zu sehr großen Schwingungen genöthigt wird. Das erwähnte Hinderniß findet der Anschlagstift (Taf. XII, Fig. 5 und 8) entweder in ein paar andern feststehenden Stiften, oder in dem sogenannten Flügel, dessen Durchschnitte man in Fig. 5 bey 11, 11, sieht, und von dem etwas weiter unten ausführlicher die Rede seyn wird.

Wenn auch die Unruhe, nach ihrer bisher beschriebenen Einrichtung, wesentlich dazu beyträgt, den Gang der Uhr gleichförmiger zu machen, so hat doch die Erfahrung schon lange gelehrt, daß sie keineswegs im Stande sey, alle Unregelmäßigkeiten, die in der Bewegung eines so zusammengesetzten Werkes vorkommen, aufzuheben. Daher konnten auch die älteren Federuhren nicht eher eine große Genauigkeit erlangen, als bis man das Mittel entdeckte, die Schwingungen der Unruhe vollkommen isochronisch (gleichzeitig) zu machen. Dieses Mittel biethet die zuerst von dem Engländer Hook (nach Andern von dem bekannten niederländischen Mathematiker Huyghens) hierzu angewendete Spiralfeder dar, welche man jetzt an allen Sackuhren findet. Die Spiralfeder ist das, was ihr Nahme anzeigt, nähmlich eine in spiralförmigen Gängen gewundene, sehr feine Stahlfeder, welche mit einem Ende an der Klobenplatte der Uhr, mit dem andern hingegen an der Spindel, und zwar an der mit derselben verbundenen Spiralfeder-Rolle befestigt ist. Fig. 8 (Taf. XII) welche eine Abbildung aller zur Unruhe gehörigen Theile ist, zeigt bey aa die Spiralfeder, und bey b, d, ihre beyden Befestigungspunkte. b ist die Spiralfeder-Rolle, ein unterhalb der Unruhe an der Spindel sitzendes, ringartiges Messingstück; d das sogenannte Spiralfeder-Klöbchen, in dessen Durchbohrung das äußere Ende der Spiralfeder mittelst eines Vorsteckstiftes festgehalten wird. Der untere runde Zapfen dieses Klöbchens dient, um

dasselbe in die Klobenplatte der Uhr zu befestigen. In Fig. 6, wo diese Platte nach kleinerem Maßstabe von der äußeren Fläche angesehen gezeichnet ist, bemerkt man deutlich die Lage der Spiralfeder, und des Klöbchens d. Die Unruhe ist hier absichtlich weggelassen, um nichts zu verdecken. Beym Hin- und Herschwingen der Unruhe wickelt sich die Spiralfeder abwechselnd aus einander und zusammen, und kommt dadurch ebenfalls in regelmäßige Schwingungen, deren immer sich gleich bleibende Größe selbst dann nicht verändert wird, wenn auf kurze Zeit Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Räderwerkes Statt finden. Ohne Spiralfeder würde nähmlich die Unruhe, je nachdem die Bewegung des Räderwerkes schneller oder langsamer ist, auch mit ungleicher Geschwindigkeit schwingen; jetzt aber muß die Unruhe, da sie von den Schwingungen der Spiralfeder nicht unabhängig ist, stets gleiche Oscillationen machen. Und da von den Schwingungen der Unruhe die Länge der Zeit abhängt, während welcher das Steigrad von einem Lappen der Spindel aufgehalten wird; so sieht man leicht, wie diese Schwingungen auf den Gang der Uhr zurückwirken müssen. Die Spiralfeder zeigt sich hierbey gewissermaßen dem Pendel (§. 129) ähnlich. Wenn man sich dieselbe sammt der Unruhe im unbewegten Zustande denkt, so wird jede Drehung der letztern auch eine Ausdehnung oder Zusammenwickelung der Feder zur Folge haben, und vermöge der dadurch angesprochenen Elasticität der Spiralfeder wird die Unruhe ihre alte Lage wieder anzunehmen trachten. Dadurch kommt die Schwungkraft derselben in Thätigkeit, welche rückwärts wieder auf die Spiralfeder wirkt, und, selbst ohne neuen Antrieb der Kraft, eine etwas länger dauernde Bewegung beyder Theile hervorbringt. Unruhe und Spiralfeder müssen daher in Verbindung mit einander wirken, wenn die Bewegung des Ganzen die möglichste Gleichförmigkeit haben soll.

§. 133.

Es ist von Wichtigkeit, die äußeren Verhältnisse der Unruhe, und der damit verbundenen Spiralfeder zu kennen, welche auf den Gang der Uhren von Einfluß sind. Zu diesen Verhält-

niſſen muß man folgende rechnen: 1) Die Größe und Schwere der Unruhe; 2) die Stärke der Spiralfeder; und 3) die Länge derſelben.

Je ſchwerer die Unruhe, oder je weiter ihre meiſte Maſſe, bey gleicher Schwere, von dem Mittelpunkte entfernt; je größer demnach der Durchmeſſer der Unruhe iſt: mit deſto geringerer Schnelligkeit kann ſie von der bewegenden Kraft, welche durch das Steigrad auf die Spindel wirkt, hin- und herbewegt werden. Hierzu muß nun die Elaſticität der Spiralfeder behülflich ſeyn; und daraus geht der Grundſatz hervor, daß dieſe letztere immer der Schwere der Unruhe anpaſſend gemacht werden müſſe. Bey einer großen und ſchweren Unruhe mit ſchwacher Spiralfeder wird man natürlich langſame Schwingungen erhalten, auf welche noch dazu alle Ungleichförmigkeiten des übrigen Uhrwerkes leichter ſtörend einwirken können; hingegen werden die Schwingungen deſto ſchneller ſeyn, je kleiner und leichter die Unruhe, und je ſtärker die Spiralfeder iſt. Dadurch werden dann auch die Schwingungen der Gleichzeitigkeit näher gebracht.

Auch die Länge der Spiralfeder iſt, wie man leicht begreifen wird, gar nicht ohne Einfluß auf die Natur der Unruh-Schwingungen. Da bey jeder dieſer Schwingungen die Spiralfeder um ein Gewiſſes ausgedehnt oder zuſammengedrückt wird, dieſe Wirkung aber ſich auf die ganze Länge der Feder vertheilt, ſo wird das Beſtreben derſelben, ihre alte Lage anzunehmen, deſto größer, die nachfolgende Schwingung alſo deſto ſchneller ſeyn, je kürzer (bey gleicher Stärke) die Feder iſt; weil dann jeder Theil derſelben eine größere Veränderung ſeiner Krümmung erfahren hat.

Aus dem Vorſtehenden werden ſich leicht die Mittel ableiten laſſen, durch welche man den Gang einer jeden mit der Unruhe verſehenen Uhr nicht nur anfänglich zu reguliren, ſondern auch ſpäterhin gleichförmig zu erhalten vermag. Es iſt, um überhaupt die Uhr zum Zeitmeſſer brauchbar zu machen, nöthig, daß die Schnelligkeit der Unruh-Schwingungen mit der Conſtruction des Räderwerkes in Einklang gebracht werde. Wenn daher die

Unruhe einer Uhr langsamer schwingt, d. h. in der nähmlichen Zeit weniger Schwingungen macht, als irgend eine andere; so muß das Räderwerk wohl so eingerichtet werden, daß auch das Steigrad im Vergleich gegen das Minutenrad (§. 90) weniger schnell sich dreht, weil sonst die Uhr zu langsam gehen würde.*). Weil es nun bey der Verfertigung einer Uhr nicht leicht angeht, die Schwere der Unruhe ganz genau im Vorhinein festzusetzen, so wählt man den umgekehrten Weg, und regulirt die Schnelligkeit der Schwingungen erst nach Vollendung des Räderwerkes, indem man die Schwere der Unruhe so lange vermindert, bis sie, wenn man sie ohne Spiralfeder gehen läßt, in der Stunde 25 bis 27 Minuten macht, also um 33 bis 35 Minuten zurückbleibt; dann aber die Stärke der Spiralfeder so wählt, daß der richtige Gang der Uhr heraus kommt. Was man auch hierdurch an Genauigkeit nicht zu erreichen vermag, muß man durch

*) Um hierüber jeden Zweifel zu heben, wollen wir folgendes Beyspiel wählen. Die Unruhe einer Uhr schwinge unabänderlich Sekunden, d. h. sie vollbringe genau 3600 Oscillationen in einer Stunde, nach deren Verlauf das Minutenrad genau einmahl um seine Axe sich gedreht haben muß. Im Verfolge des gegenwärtigen §. wird gezeigt werden, daß bey einer Umdrehung des Steigrades die Unruhe doppelt so viel Schwingungen macht, als jenes Rad Zähne hat. Wird nun etwa die Zähne-Anzahl des Steigrades =15 gesetzt, so geschehen bey jedem Umgange desselben 30 Schwingungen. Um demnach die verlangten 3600 Oscillationen zu bewirken, muß sich das Steigrad ($\frac{3}{8}\frac{6}{0}$°) 120mahl umdrehen, und zwar in einer Zeit, während welcher das Minutenrad (von dem die Zeigerbewegung ausgeht) einen Umgang vollbringt. Ist nun irriger Weise das Räderwerk so eingerichtet, daß das Steigrad sich (statt 120mahl) 150mahl schneller dreht als das Minutenrad, so wird (da die Schnelligkeit der Unruh-Schwingungen als unwandelbar vorausgesetzt werden muß) nach 120 Umdrehungen des Steigrades, d. h. nach Verlauf einer wirklichen Stunde, das Minutenrad sammt dem von ihm getragenen Zeiger, erst um $\frac{120}{150}$ seines Umfanges sich gedreht haben; mithin wird die Uhr in einer wahren Stunde nur $\frac{120}{150}$ Stunden, d. i. 48 Minuten, als verflossen anzeigen.

Verkürzung oder Verlängerung der Spiralfeder zu erzielen suchen; die Uhr bedarf demnach einer Vorrichtung, wodurch die Veränderungen in der Länge der Spiralfeder möglich gemacht werden. Dieses ist die Bestimmung der sogenannten Stellung oder Correction, welche man in Fig. 7 (Taf. XII) abgesondert, und in Fig. 6 mit den übrigen Theilen der Uhr verbunden sieht. Sie besteht aus einem gezahnten Kreisbogen c (dem Rechen oder Rücker) und einem darein greifenden kleinen Rade b (dem Stellrade). Wie man aus Fig. 6 bemerkt, liegen beyde diese Theile auf der äußern Seite der Klobenplatte, jedoch nicht frey; indem der Rücker von dem sogenannten Stellungsflügel ll, ll, das Rad hingegen von der Stellscheibe b bedeckt wird. Gegen die Enden ßß des Flügels schlägt (wie bereits oben erwähnt), der Anschlagstift der Unruhe, wenn dieselbe durch äußere Veranlassung (z. B. durch Schütteln der Uhr) zu übermäßig großen Schwingungen gebracht wird. Sowohl der Stellungsflügel als die Stellscheibe ist mittelst Schrauben auf der Uhrplatte befestigt, welche in der Zeichnung ebenfalls angegeben sind. Der Rücker besitzt einen über den Stellungsflügel herausstehenden Ansatz, das Rückklöbchen, e, in welches der Quere nach eine kleine Kerbe eingefeilt ist, oder welches (wie in der Zeichnung) zwey parallel stehende Stiftchen trägt. In jener Kerbe, oder zwischen diesen Stiften liegt die Spiralfeder, und wird dadurch so gehalten, daß nur der vorwärts von e liegende Theil zu schwingen vermag, während das zwischen e und dem Befestigungspunkte d liegende Stück unwirksam bleibt. Der schwingende Theil der Feder läßt sich mithin durch Verrückung des Klöbchens verlängern oder verkürzen, und dieses geschieht durch Umdrehung des Rades b, auf dessen viereckigen Zapfen man den Uhrschlüssel steckt. Der Rechen c schiebt sich dabey nach einer oder der andern Richtung unter dem Stellungsflügel fort, und bewirkt so die genannte Veränderung. Dreht man in Fig. 6 oder 7 das Rad b rechts herum, so wird das Rückklöbchen e von d entfernt, die Spiralfeder (d. h. eigentlich ihr schwingender Theil) verkürzt sich, und die Uhr geht schneller; der entgegenge-

setzte Erfolg tritt dann ein, wenn man links dreht. Um die richtige Stellung zu erleichtern, versieht man den Umfang der Stellscheibe b' (Fig. 6) gewöhnlich mit einer Eintheilung, den Zapfen des Rades aber mit einem darauf weisenden Zeiger. Auch werden meist zu beyden Seiten der Scheibe die Anfangsbuchstaben der französischen Worte Avance (geht schneller) und Retarde (geht langsamer), oder diese Worte selbst gesetzt, um den Unkundigen zu belehren, nach welcher Richtung er drehen müsse, um den beabsichtigten Erfolg zu erhalten.

An neueren Uhren findet man häufig eine von der vorigen abweichende Einrichtung der Correction, welche in Fig. 22 (Taf. XV) gezeichnet ist. Das Rückklöbchen c befindet sich hier an einem kleinen Hebel b, durch dessen Verschiebung man auf die Spiralfeder f einwirkt. Der graduirte Bogen A R, auf welchen die Spitze des Hebels weiset, vertritt die Stelle der getheilten Scheibe. Der erwähnte Hebel ist mit einem stählernen Reifen d d verbunden, der sich in einer mit der Unruhe a a concentrisch auf der Uhrplatte eingedrehten Rinne drehen läßt. Sowohl der Reifen als die Rinne ist schwalbenschweifartig gearbeitet, d. h. unten breiter als oben, damit das Herausgehen des erstern verhindert werde. Um aber den Reifen hineinbringen zu können, ist er bey e aufgeschnitten, um sich federn, und in die Rinne einsprengen lassen zu können.

Die Schnelligkeit der Unruh-Schwingungen ist an und für sich keineswegs gleichgültig; vielmehr hat die Erfahrung gelehrt, daß eine äußere Bewegung (z. B. beym Gehen, Reiten, Fahren) auf eine schnell schwingende Unruhe weniger Einfluß hat, als auf eine langsam gehende. Da nun die Taschenuhren bey vielen Gelegenheiten einer solchen Bewegung ausgesetzt sind, durch welche die Schnelligkeit ihres Ganges vermehrt wird *); so

*) Daß die Uhren mit der gemeinen Steigradhemmung beym Schütteln schneller gehen, davon ist keine andere Ursache, als das Anprallen des Anschlagstiftes gegen den Stellungsflügel, wodurch die Unruhe mit größerer Gewalt zurückgeworfen, und zu schnelleren Schwingungen genöthigt wird.

nimmt man bey ihrem Baue darauf Rücksicht, und berechnet sie gern so, daß die Unruhe zwischen 17 und 18,000 Schwingungen in einer Stunde macht. Ich werde jetzt die Mittel angeben, die Zahl der Schwingungen bey einer schon fertigen Uhr zu finden, und dann zeigen, wie man verfahren müsse, um das Räderwerk für eine gegebene Anzahl von Schwingungen zu berechnen.

Das Minutenrad (o, Taf. XII, Fig. 5) dreht sich in jeder Stunde genau einmahl um seine Axe; es wirkt durch Hülfe der übrigen Räder und Getriebe, die schon (§. 90) aus einander gesetzt worden sind, auf das Getrieb t des Steigrades, und dreht dieses mit einer gewissen Geschwindigkeit herum, welche sich leicht durch Rechnung finden läßt. Jeder Zahn des Steigrades ertheilt der Spindel und der damit verbundenen Unruhe zwey Schwingungen, indem er einmahl an den obern und einmahl an den untern Lappen stößt; man wird daher die Zahl der Schwingungen in einer gewissen Zeit finden können, wenn man die Zahl von Umdrehungen, welche das Steigrad während derselben vollbringt, mit der doppelten Anzahl seiner Zähne multiplicirt. Um jedoch die Anzahl der Umdrehungen nicht abgesondert suchen zu müssen, sondern beyde Rechnungen zu vereinigen, befolge man nachstehende Regel. Die Anzahl der Unruh-Schwingungen während einer Stunde wird gefunden, wenn man die Zähne-Anzahlen aller Räder (das Schneckenrad ausgenommen) mit einander, das Produkt daraus mit der doppelten Zähne-Anzahl des Steigrades multiplicirt, und das Resultat durch das Produkt der Zähne-Anzahlen aller Getriebe (mit Ausnahme des Minutenrad-Getriebes) dividirt. Uebrigens kommt hier zu bemerken, daß die Zähne-Anzahl des Steigrades immer ungerad ist, weil einem jeden Zahne dieses Rades genau gegenüber kein Zahn, sondern der Raum zwischen zwey Zähnen seyn muß, welcher dem betreffenden Spindellappen das Einfallen gestattet, während der andere Lappen von dem entgegengesetzten Zahne fortgestoßen wird. Bey den gewöhnlichen Taschenuhren, deren geringe Höhe für einen großen Durchmesser des

Steigrades nicht den hinlänglichen Raum gestatten würde, gibt man diesem Rade meist 11 oder 13, selten 9 oder 15 Zähne.

Gesetzt, die drey in §. 90 als Beyspiele gewählten Uhren hätten folgende Zähne-Anzahlen am Steigrade und an dessen Getrieb:

	A	B	C
Steigradgetrieb	8 —	6 —	6
Steigrad	11 —	11 —	13;

so findet man die Schwingungen derselben in einer Stunde, nach der oben gegebenen Vorschrift, wie folgt:

$$\text{A.} \left(\frac{80 \times 84 \times 64 \times 22}{8 \times 8 \times 8}\right) = 18480$$

$$\text{B.} \left(\frac{68 \times 52 \times 50 \times 22}{6 \times 6 \times 6}\right) = 18007\frac{11}{11\,6}$$

$$\text{C.} \left(\frac{60 \times 50 \times 48 \times 26}{6 \times 6 \times 6}\right) = 17333\frac{1}{3}.$$

Wenn die Zahl von Schwingungen, welche eine Unruhe in der Stunde machen soll, gegeben ist, so findet man daraus die Zähne-Anzahlen des dazu gehörigen Räderwerkes (welche aber wieder verschieden seyn können) indem man 1. die Zahl der Schwingungen durch die doppelte Zähne-Anzahl des Steigrades (also durch 22 oder 26) dividirt; 2. den Quotienten in drey Factoren zerlegt; 3. diese Faktoren einzeln mit den Zähne-Anzahlen der dazu bestimmten Getriebe multiplicirt, und die Resultate als die Zähne-Anzahlen der Räder betrachtet. Ein Beyspiel wird dieses Verfahren deutlich machen. Wir wollen annehmen, daß die Unruhe 18720 Schwingungen zu machen bestimmt sey, daß das Steigrad 13 Zähne besitzen soll, und man lauter Getriebe mit 8 Zähnen zu wählen wünscht. Die Rechnung wird hierbey folgende:

$\frac{18720}{26} = 720$, welche Zahl man etwa in die Faktoren 10, 9 und 8 zerlegen kann. Hiernach erhielte man für das

Minutenrad (8 × 10) 80 Zähne;
Mittelrad (8 × 9) 72 Zähne;
Kronrad (8 × 8) 64 Zähne;

das Steigrad hat, nach unserer Annahme, 13 Zähne; sämmtliche Getriebe besitzen 8 Zähne.

Die Berechnung des Schneckenrades, und des Minutenrad-Getriebes, in welches es eingreift, ist hierauf ganz ohne Einfluß, da die Geschwindigkeit des Minutenrades (eine Umdrehung in der Stunde) nie abgeändert werden kann.

Wollte man sich von der Richtigkeit der vorstehenden Rechnung überzeugen, so hätte man nur nach der oben gegebenen Anweisung, zur Probe, die Zahl der Unruh-Schwingungen zu berechnen, wobey wieder die Zahl 18720 zum Vorscheine kommen muß.

$$\frac{80 \times 72 \times 64 \times 26}{8 \times 8 \times 8} = 18720.$$

In den seltensten Fällen wird es geschehen, daß (wie vorliegend) die Division der Schwingungen durch die doppelte Zahl der Steigradzähne ohne Bruch aufgeht. Ist dieses nicht, so läßt man den Bruch ohne Anstand ganz weg, wenn er klein ist, oder ergänzt ihn zu 1, wenn er über $\frac{1}{2}$ beträgt; man wird in keinem Falle einen bedeutenden Fehler begehen, und an der Vermehrung oder Verminderung der Schwingungen um wenige liegt ebenso nichts. Beyspiel:

Es solle eine Unruhe 19000 Schwingungen in der Stunde machen, das Steigrad 11 Zähne, und jedes Getrieb 6 Triebstöcke haben.

Rechnung.

$\frac{19008}{22} = 863\frac{14}{22}$. Statt dieser Zahl nimmt man 864, zerlegt diese in die Faktoren 12, 9 und 8, und berechnet demnach

das Minutenrad zu (12 × 6) 72 Zähnen,
das Mittelrad zu (9 × 6) 54 Zähnen,
das Kronrad zu (8 × 6) 48 Zähnen.

Hieraus findet man die Schwingungen der Unruhe in einer Stunde:

$$\left(\frac{72 \times 54 \times 48 \times 22}{6 \times 6 \times 6}\right) = 19008.$$

§. 134.

Kein Uhrwerk, und insbesondere keine Unruhe, kann so vollkommen seyn, daß nicht, wenigstens nach längerer Zeit, einige Unregelmäßigkeit im Gange entstehen sollte. Von diesen als Folgen der Bearbeitung oder Abnutzung anzusehenden Mängeln hier zu sprechen, verbiethet der Zweck des Werkes. Dafür muß ich eines andern Einflusses gedenken, dem selbst die bestgearbeitete Unruhe unterliegt, nähmlich der durch Wärme und Kälte hervorgebrachten Veränderung. Beyde Hauptheile des mit der Hemmung verbundenen Regulators, nähmlich die Unruhe und die Spiralfeder, leiden von dem Einflusse der Temperatur-Aenderung; weil sie durch die Wärme ausgedehnt, durch die Kälte zusammengezogen werden, wie jeder andere Körper. Die Vergrößerung oder Verkleinerung der Unruhe hat — da das Gewicht dieses Theiles unter keinen Umständen eine Veränderung erleidet, die Hauptmasse (nähmlich der Kranz) vielmehr nur um etwas Weniges von dem Mittelpunkte weiter entfernt, oder demselben genähert wird — keinen sehr großen Einfluß auf den Gang der Uhr. Desto wichtiger ist hingegen die Veränderung der Spiralfeder, und sie ist es denn auch hauptsächlich, welche verursacht, daß die Uhren in der Wärme langsamer als in der Kälte gehen. Wird diese Veränderung sehr bedeutend, so kann man ihr leicht und ziemlich genau durch den Gebrauch der im vorigen §. beschriebenen Stellung abhelfen; viel besser sind aber immer jene Vorrichtungen, durch welche der Regulator sich selbst die nöthige Gleichförmigkeit des Ganges gibt. Man erhält einen solchen Erfolg durch Anbringung einer ähnlichen Kompensation, wie sie früher bey Gelegenheit des Pendels (§. 130) beschrieben worden ist. Die Kompensationen bey Taschenuhren wirken meistens in der Art, daß sie die Schwungmasse der Unruhe dem Mittelpunkte näher bringen, und dadurch die Bewegung erleichtern, wenn durch Wärme die Schwingungen langsamer zu werden anfangen, und umgekehrt im entgegengesetzten Falle. *) Man kann zu diesem

*) Die Versuche, den Gang der Uhren dadurch stets gleichförmig

Ende zwey Kompenſations-Federn mit der Unruhe verbinden, die in Fig. 21 (Taf. XV) durch g g angezeigt ſind. An ihren freyen Enden tragen dieſe Federn kleine Gewichtchen i i. Die Zuſammenſetzung der Kompenſations-Federn iſt eine ähnliche, wie ſie ſchon einmahl (§. 130) angegeben wurde; ſie beſtehen nähmlich aus zwey feſt mit einander verbundenen Metallſtreifen, von denen der innere, der Unruhe h zugekehrte, aus Stahl, der äußere hingegen aus Meſſing verfertigt wird. Da durch zunehmende Wärme das Meſſing mehr als der Stahl ausgedehnt wird, ſo ſind die Federn gezwungen ſich einwärts zu krümmen, und die Gewichtchen i i kommen der Unruhe näher; dadurch vermindert ſich die Entfernung der größten Maſſe vom Drehungspunkte, die Spiralfeder findet weniger Widerſtand die Unruhe zu bewegen, und ſie ſchwingt daher ſchneller, als ſie ohne die Kompenſation gethan haben würde. Man kann ſich leicht vorſtellen, daß durch Verminderung der Wärme die Gewichte ſich weiter nach außen begeben, und dadurch die Schnelligkeit der Schwingungen mindern müſſen. — Die beſchriebene Kompenſation kann auch nach Art der Fig. 20 abgeändert werden. Hier fehlt der Kranz der Unruhe gänzlich, und die Kompenſations-Federn c d mit ihren Gewichten e e ſind unmittelbar an den zwey Armen a b befeſtigt, welche man ſich als die Speichen der weggelaſſenen Unruhe denken muß. — Auch den Mechanismus der Roſtpendel hat man auf Taſchenuhren anzuwenden verſucht. Berthoud hat dieſes zuerſt unternommen.

---

zu erhalten, daß durch die Kompenſation eine angemeſſene Verlängerung oder Verkürzung der Spiralfeder bewirkt wird, ſind nie vollkommen gelungen; woran die große Empfindlichkeit der genannten Feder Urſache iſt. Man kann übrigens eine Kompenſation dieſer Art leicht erhalten, indem man das Rückklöbchen der Stellung mit einem Metallſtreifen in Verbindung bringt, durch deſſen Ausdehnung oder Zuſammenziehung es von dem Befeſtigungspunkte der Spiralfeder entfernt oder demſelben genähert wird.

§. 135.

b) Die Cylinderhemmung wird der bis jetzt beschriebenen gemeinen Steigradhemmung deßwegen vorgezogen, weil sie durch Schütteln der Uhr nicht in schnellere Schwingungen gesetzt wird, wie es bey dieser der Fall ist (§. 133); man wendet demungeachtet die Cylinderhemmung nicht allgemein an, weil ihre Bearbeitung sehr schwierig ist, und ungemeine Genauigkeit voraussetzt.

Die mit der Cylinderhemmung versehenen Uhren weichen im Uebrigen nur wenig von den gewöhnlichen ab. An der Stelle des Kronrades befindet sich ein Stirnrad, welches in ein an der Axe des Hemmungsrades (Cylinder- oder Hakenrades, Taf. XVI, Fig. 2) befestigtes Getrieb C greift, und dasselbe herumdreht. Das Cylinderrad A vertritt die Stelle des gemeinen Steigrades, liegt aber horizontal, d. h. mit der Unruhe parallel. Seine Zähne haben eine ganz eigenthümliche Form, bestehen nähmlich aus aufrechten Zapfen, z, z, auf deren jedem ein dreyeckiger Lappen a b oder m n sitzt. Die Verrichtung der Spindel übernimmt bey der Cylinderhemmung ein, gleich der gemeinen Spindel senkrecht stehender, halb ausgehöhlter stählerner Cylinder B, der, in seiner Mitte ungefähr, einen Ausschnitt besitzt, um einen Zahn des Rades bequem aufnehmen zu können. Die beyden Kanten, welche hierdurch entstehen, werden Lippen genannt. Die eine derselben, bey c, ist rund, die andere, d, nach innen zu abgeschrägt. Dadurch wird der Cylinder in den Stand gesetzt, seine Verrichtung mit der geringsten Reibung zu vollziehen. Außerdem befindet sich bey e im Cylinder noch ein Ausschnitt, damit die Bewegung der Zapfen z, z, des Rades A ungehindert vor sich gehen könne. Der Cylinder läuft mit seinen Zapfen f und g in Löchern, und trägt, nahe am obern Ende, die Spiralfeder sammt der Unruhe.

Um den Zweck dieser ganzen Einrichtung und ihre Wirkung leichter übersehen zu können, vergleiche man mit der perspectivischen Zeichnung Fig. 2, auch den nach gleichem Maßstabe gezeichneten Grundriß in Fig. 3, wo der Cylinder B im horizonta-

Zähnen herauskommen, d. h. sich ausschwenken würden) zu verhindern, dient der sogenannte Anschlag. Ein Stift ist nähmlich auf der untern Seite in den Kranz der Unruhe festgenietet, und dieser schlägt abwechselnd rechts und links gegen irgend ein Hinderniß, wenn die ganze Vorrichtung durch was immer für eine Ursache zu sehr großen Schwingungen genöthigt wird. Das erwähnte Hinderniß findet der Anschlagstift q (Taf. XII, Fig. 5 und 8) entweder in ein paar andern feststehenden Stiften, oder in dem sogenannten Flügel, dessen Durchschnitte man in Fig. 5 bey 11, 11, sieht, und von dem etwas weiter unten ausführlicher die Rede seyn wird.

Wenn auch die Unruhe, nach ihrer bisher beschriebenen Einrichtung, wesentlich dazu beyträgt, den Gang der Uhr gleichförmiger zu machen, so hat doch die Erfahrung schon lange gelehrt, daß sie keineswegs im Stande sey, alle Unregelmäßigkeiten, die in der Bewegung eines so zusammengesetzten Werkes vorkommen, aufzuheben. Daher konnten auch die älteren Federuhren nicht eher eine große Genauigkeit erlangen, als bis man das Mittel entdeckte, die Schwingungen der Unruhe vollkommen isochronisch (gleichzeitig) zu machen. Dieses Mittel biethet die zuerst von dem Engländer Hook (nach Andern von dem bekannten niederländischen Mathematiker Huyghens) hierzu angewendete Spiralfeder dar, welche man jetzt an allen Sackuhren findet. Die Spiralfeder ist das, was ihr Nahme anzeigt, nähmlich eine in spiralförmigen Gängen gewundene, sehr feine Stahlfeder, welche mit einem Ende an der Klobenplatte der Uhr, mit dem andern hingegen an der Spindel, und zwar an der mit derselben verbundenen Spiralfeder-Rolle befestigt ist. Fig. 8 (Taf. XII) welche eine Abbildung aller zur Unruhe gehörigen Theile ist, zeigt bey aa die Spiralfeder, und bey b, d, ihre beyden Befestigungspunkte. b ist die Spiralfeder-Rolle, ein unterhalb der Unruhe an der Spindel sitzendes, ringartiges Messingstück; d das sogenannte Spiralfeder-Klöbchen, in dessen Durchbohrung das äußere Ende der Spiralfeder mittelst eines Vorsteckstiftes festgehalten wird. Der untere runde Zapfen dieses Klöbchens dient, um

dasselbe in die Klobenplatte der Uhr zu befestigen. In Fig. 6, wo diese Platte nach kleinerem Maßstabe von der äußeren Fläche angesehen gezeichnet ist, bemerkt man deutlich die Lage der Spiralfeder, und des Klöbchens d. Die Unruhe ist hier absichtlich weggelassen, um nichts zu verdecken. Beym Hin- und Herschwingen der Unruhe wickelt sich die Spiralfeder abwechselnd aus einander und zusammen, und kommt dadurch ebenfalls in regelmäßige Schwingungen, deren immer sich gleich bleibende Größe selbst dann nicht verändert wird, wenn auf kurze Zeit Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Räderwerkes Statt finden. Ohne Spiralfeder würde nähmlich die Unruhe, je nachdem die Bewegung des Räderwerkes schneller oder langsamer ist, auch mit ungleicher Geschwindigkeit schwingen; jetzt aber muß die Unruhe, da sie von den Schwingungen der Spiralfeder nicht unabhängig ist, stets gleiche Oscillationen machen. Und da von den Schwingungen der Unruhe die Länge der Zeit abhängt, während welcher das Steigrad von einem Lappen der Spindel aufgehalten wird; so sieht man leicht, wie diese Schwingungen auf den Gang der Uhr zurückwirken müssen. Die Spiralfeder zeigt sich hierbey gewissermaßen dem Pendel (§. 129) ähnlich. Wenn man sich dieselbe sammt der Unruhe im unbewegten Zustande denkt, so wird jede Drehung der letztern auch eine Ausdehnung oder Zusammenwickelung der Feder zur Folge haben, und vermöge der dadurch angesprochenen Elasticität der Spiralfeder wird die Unruhe ihre alte Lage wieder anzunehmen trachten. Dadurch kommt die Schwungkraft derselben in Thätigkeit, welche rückwärts wieder auf die Spiralfeder wirkt, und, selbst ohne neuen Antrieb der Kraft, eine etwas länger dauernde Bewegung beyder Theile hervorbringt. Unruhe und Spiralfeder müssen daher in Verbindung mit einander wirken, wenn die Bewegung des Ganzen die möglichste Gleichförmigkeit haben soll.

§. 133.

Es ist von Wichtigkeit, die äußeren Verhältnisse der Unruhe, und der damit verbundenen Spiralfeder zu kennen, welche auf den Gang der Uhren von Einfluß sind. Zu diesen Verhält-

niſſen muß man folgende rechnen: 1) Die Größe und Schwere der Unruhe; 2) die Stärke der Spiralfeder; und 3) die Länge derſelben.

Je ſchwerer die Unruhe, oder je weiter ihre meiſte Maſſe, bey gleicher Schwere, von dem Mittelpunkte entfernt; je größer demnach der Durchmeſſer der Unruhe iſt: mit deſto geringerer Schnelligkeit kann ſie von der bewegenden Kraft, welche durch das Steigrad auf die Spindel wirkt, hin- und herbewegt werden. Hierzu muß nun die Elaſticität der Spiralfeder behülflich ſeyn; und daraus geht der Grundſatz hervor, daß dieſe letztere immer der Schwere der Unruhe anpaſſend gemacht werden müſſe. Bey einer großen und ſchweren Unruhe mit ſchwacher Spiralfeder wird man natürlich langſame Schwingungen erhalten, auf welche noch dazu alle Ungleichförmigkeiten des übrigen Uhrwerkes leichter ſtörend einwirken können; hingegen werden die Schwingungen deſto ſchneller ſeyn, je kleiner und leichter die Unruhe, und je ſtärker die Spiralfeder iſt. Dadurch werden dann auch die Schwingungen der Gleichzeitigkeit näher gebracht.

Auch die Länge der Spiralfeder iſt, wie man leicht begreifen wird, gar nicht ohne Einfluß auf die Natur der Unruh-Schwingungen. Da bey jeder dieſer Schwingungen die Spiralfeder um ein Gewiſſes ausgedehnt oder zuſammengedrückt wird, dieſe Wirkung aber ſich auf die ganze Länge der Feder vertheilt, ſo wird das Beſtreben derſelben, ihre alte Lage anzunehmen, deſto größer, die nachfolgende Schwingung alſo deſto ſchneller ſeyn, je kürzer (bey gleicher Stärke) die Feder iſt; weil dann jeder Theil derſelben eine größere Veränderung ſeiner Krümmung erfahren hat.

Aus dem Vorſtehenden werden ſich leicht die Mittel ableiten laſſen, durch welche man den Gang einer jeden mit der Unruhe verſehenen Uhr nicht nur anfänglich zu reguliren, ſondern auch ſpäterhin gleichförmig zu erhalten vermag. Es iſt, um überhaupt die Uhr zum Zeitmeſſer brauchbar zu machen, nöthig, daß die Schnelligkeit der Unruh-Schwingungen mit der Conſtruction des Räderwerkes in Einklang gebracht werde. Wenn daher die

Unruhe einer Uhr langsamer schwingt, d. h. in der nähmlichen Zeit weniger Schwingungen macht, als irgend eine andere; so muß das Räderwerk wohl so eingerichtet werden, daß auch das Steigrad im Vergleich gegen das Minutenrad (§. 90) weniger schnell sich dreht, weil sonst die Uhr zu langsam gehen würde.*). Weil es nun bey der Verfertigung einer Uhr nicht leicht angeht, die Schwere der Unruhe ganz genau im Vorhinein festzusetzen, so wählt man den umgekehrten Weg, und regulirt die Schnelligkeit der Schwingungen erst nach Vollendung des Räderwerkes, indem man die Schwere der Unruhe so lange vermindert, bis sie, wenn man sie ohne Spiralfeder gehen läßt, in der Stunde 25 bis 27 Minuten macht, also um 33 bis 35 Minuten zurückbleibt; dann aber die Stärke der Spiralfeder so wählt, daß der richtige Gang der Uhr heraus kommt. Was man auch hierdurch an Genauigkeit nicht zu erreichen vermag, muß man durch

*) Um hierüber jeden Zweifel zu heben, wollen wir folgendes Beyspiel wählen. Die Unruhe einer Uhr schwinge unabänderlich Sekunden, d. h. sie vollbringe genau 3600 Oscillationen in einer Stunde, nach deren Verlauf das Minutenrad genau einmahl um seine Axe sich gedreht haben muß. Im Verfolge des gegenwärtigen §. wird gezeigt werden, daß bey einer Umdrehung des Steigrades die Unruhe doppelt so viel Schwingungen macht, als jenes Rad Zähne hat. Wird nun etwa die Zähne-Anzahl des Steigrades =15 gesetzt, so geschehen bey jedem Umgange desselben 30 Schwingungen. Um demnach die verlangten 3600 Oscillationen zu bewirken, muß sich das Steigrad ($\frac{3600}{30}$) 120mahl umdrehen, und zwar in einer Zeit, während welcher das Minutenrad (von dem die Zeigerbewegung ausgeht) einen Umgang vollbringt. Ist nun irriger Weise das Räderwerk so eingerichtet, daß das Steigrad sich (statt 120mahl) 150mahl schneller dreht als das Minutenrad, so wird (da die Schnelligkeit der Unruh-Schwingungen als unwandelbar vorausgesetzt werden muß) nach 120 Umdrehungen des Steigrades, d. h. nach Verlauf einer wirklichen Stunde, das Minutenrad sammt dem von ihm getragenen Zeiger, erst um $\frac{120}{150}$ seines Umfanges sich gedreht haben; mithin wird die Uhr in einer wahren Stunde nur $\frac{120}{150}$ Stunden, d. i. 48 Minuten, als verflossen anzeigen.

Verkürzung oder Verlängerung der Spiralfeder zu erzielen suchen; die Uhr bedarf demnach einer Vorrichtung, wodurch die Veränderungen in der Länge der Spiralfeder möglich gemacht werden. Dieses ist die Bestimmung der sogenannten Stellung oder Correction, welche man in Fig. 7 (Taf. XII) abgesondert, und in Fig. 6 mit den übrigen Theilen der Uhr verbunden sieht. Sie besteht aus einem gezahnten Kreisbogen c (dem Rechen oder Rücker) und einem darein greifenden kleinen Rade b (dem Stellrade). Wie man aus Fig. 6 bemerkt, liegen beyde diese Theile auf der äußern Seite der Klobenplatte, jedoch nicht frey; indem der Rücker von dem sogenannten Stellungsflügel ll, ll, das Rad hingegen von der Stellscheibe b bedeckt wird. Gegen die Enden ββ des Flügels schlägt (wie bereits oben erwähnt), der Anschlagstift der Unruhe, wenn dieselbe durch äußere Veranlassung (z. B. durch Schütteln der Uhr) zu übermäßig großen Schwingungen gebracht wird. Sowohl der Stellungsflügel als die Stellscheibe ist mittelst Schrauben auf der Uhrplatte befestigt, welche in der Zeichnung ebenfalls angegeben sind. Der Rücker besitzt einen über den Stellungsflügel herausstehenden Ansatz, das Rückklöbchen, e, in welches der Quere nach eine kleine Kerbe eingefeilt ist, oder welches (wie in der Zeichnung) zwey parallel stehende Stiftchen trägt. In jener Kerbe, oder zwischen diesen Stiften liegt die Spiralfeder, und wird dadurch so gehalten, daß nur der vorwärts von e liegende Theil zu schwingen vermag, während das zwischen e und dem Befestigungspunkte d liegende Stück unwirksam bleibt. Der schwingende Theil der Feder läßt sich mithin durch Verrückung des Klöbchens verlängern oder verkürzen, und dieses geschieht durch Umdrehung des Rades b, auf dessen viereckigen Zapfen man den Uhrschlüssel steckt. Der Rechen c schiebt sich dabey nach einer oder der andern Richtung unter dem Stellungsflügel fort, und bewirkt so die genannte Veränderung. Dreht man in Fig. 6 oder 7 das Rad b rechts herum, so wird das Rückklöbchen e von d entfernt, die Spiralfeder (d. h. eigentlich ihr schwingender Theil) verkürzt sich, und die Uhr geht schneller; der entgegenge-

setzte Erfolg tritt dann ein, wenn man links dreht. Um die richtige Stellung zu erleichtern, versieht man den Umfang der Stellscheibe b' (Fig. 6) gewöhnlich mit einer Eintheilung, den Zapfen des Rades aber mit einem darauf weisenden Zeiger. Auch werden meist zu beyden Seiten der Scheibe die Anfangsbuchstaben der französischen Worte Avance (geht schneller) und Retarde (geht langsamer), oder diese Worte selbst gesetzt, um den Unkundigen zu belehren, nach welcher Richtung er drehen müsse, um den beabsichtigten Erfolg zu erhalten.

In neueren Uhren findet man häufig eine von der vorigen abweichende Einrichtung der Correction, welche in Fig. 22 (Taf. XV) gezeichnet ist. Das Rückklöbchen c befindet sich hier an einem kleinen Hebel b, durch dessen Verschiebung man auf die Spiralfeder f einwirkt. Der graduirte Bogen A R, auf welchen die Spitze des Hebels weiset, vertritt die Stelle der getheilten Scheibe. Der erwähnte Hebel ist mit einem stählernen Reifen d d verbunden, der sich in einer mit der Unruhe a a concentrisch auf der Uhrplatte eingedrehten Rinne drehen läßt. Sowohl der Reifen als die Rinne ist schwalbenschweifartig gearbeitet, d. h. unten breiter als oben, damit das Herausgehen des erstern verhindert werde. Um aber den Reifen hineinbringen zu können, ist er bey e aufgeschnitten, um sich federn, und in die Rinne einsprengen lassen zu können.

Die Schnelligkeit der Unruh-Schwingungen ist an und für sich keineswegs gleichgültig; vielmehr hat die Erfahrung gelehrt, daß eine äußere Bewegung (z. B. beym Gehen, Reiten, Fahren) auf eine schnell schwingende Unruhe weniger Einfluß hat, als auf eine langsam gehende. Da nun die Taschenuhren bey vielen Gelegenheiten einer solchen Bewegung ausgesetzt sind, durch welche die Schnelligkeit ihres Ganges vermehrt wird *); so

*) Daß die Uhren mit der gemeinen Steigradhemmung beym Schütteln schneller gehen, davon ist keine andere Ursache, als das Anprallen des Anschlagstiftes gegen den Stellungsflügel, wodurch die Unruhe mit größerer Gewalt zurückgeworfen, und zu schnelleren Schwingungen genöthigt wird.

nimmt man bey ihrem Baue darauf Rücksicht, und berechnet sie gern so, daß die Unruhe zwischen 17 und 18,000 Schwingungen in einer Stunde macht. Ich werde jetzt die Mittel angeben, die Zahl der Schwingungen bey einer schon fertigen Uhr zu finden, und dann zeigen, wie man verfahren müsse, um das Räderwerk für eine gegebene Anzahl von Schwingungen zu berechnen.

Das Minutenrad (o, Taf. XII, Fig. 5) dreht sich in jeder Stunde genau einmahl um seine Axe; es wirkt durch Hülfe der übrigen Räder und Getriebe, die schon (§. 90) aus einander gesetzt worden sind, auf das Getrieb t des Steigrades, und dreht dieses mit einer gewissen Geschwindigkeit herum, welche sich leicht durch Rechnung finden läßt. Jeder Zahn des Steigrades ertheilt der Spindel und der damit verbundenen Unruhe zwey Schwingungen, indem er einmahl an den obern und einmahl an den untern Lappen stößt; man wird daher die Zahl der Schwingungen in einer gewissen Zeit finden können, wenn man die Zahl von Umdrehungen, welche das Steigrad während derselben vollbringt, mit der doppelten Anzahl seiner Zähne multiplicirt. Um jedoch die Anzahl der Umdrehungen nicht abgesondert suchen zu müssen, sondern beyde Rechnungen zu vereinigen, befolge man nachstehende Regel. Die Anzahl der Unruh-Schwingungen während einer Stunde wird gefunden, wenn man die Zähne-Anzahlen aller Räder (das Schneckenrad ausgenommen) mit einander, das Produkt daraus mit der doppelten Zähne-Anzahl des Steigrades multiplicirt, und das Resultat durch das Produkt der Zähne-Anzahlen aller Getriebe (mit Ausnahme des Minutenrad-Getriebes) dividirt. Uebrigens kommt hier zu bemerken, daß die Zähne-Anzahl des Steigrades immer ungerad ist, weil einem jeden Zahne dieses Rades genau gegenüber kein Zahn, sondern der Raum zwischen zwey Zähnen seyn muß, welcher dem betreffenden Spindellappen das Einfallen gestattet, während der andere Lappen von dem entgegengesetzten Zahne fortgestoßen wird. Bey den gewöhnlichen Taschenuhren, deren geringe Höhe für einen großen Durchmesser des

Steigrades nicht den hinlänglichen Raum gestatten würde, gibt man diesem Rade meist 11 oder 13, selten 9 oder 15 Zähne.

Gesetzt, die drey in §. 90 als Beyspiele gewählten Uhren hätten folgende Zähne-Anzahlen am Steigrade und an dessen Getrieb:

	A	B	C
Steigradgetrieb	8 —	6 —	6
Steigrad	11 —	11 —	13;

so findet man die Schwingungen derselben in einer Stunde, nach der oben gegebenen Vorschrift, wie folgt:

A. $\left(\frac{80 \times 84 \times 64 \times 22}{8 \times 8 \times 8}\right) = 18480$

B. $\left(\frac{68 \times 52 \times 50 \times 22}{6 \times 6 \times 6}\right) = 18007\frac{11}{27}$

C. $\left(\frac{60 \times 50 \times 48 \times 26}{6 \times 6 \times 6}\right) = 17333\frac{1}{3}$.

Wenn die Zahl von Schwingungen, welche eine Unruhe in der Stunde machen soll, gegeben ist, so findet man daraus die Zähne-Anzahlen des dazu gehörigen Räderwerkes (welche aber wieder verschieden seyn können) indem man 1. die Zahl der Schwingungen durch die doppelte Zähne-Anzahl des Steigrades (also durch 22 oder 26) dividirt; 2. den Quotienten in drey Factoren zerlegt; 3. diese Faktoren einzeln mit den Zähne-Anzahlen der dazu bestimmten Getriebe multiplicirt, und die Resultate als die Zähne-Anzahlen der Räder betrachtet. Ein Beyspiel wird dieses Verfahren deutlich machen. Wir wollen annehmen, daß die Unruhe 18720 Schwingungen zu machen bestimmt sey, daß das Steigrad 13 Zähne besitzen soll, und man lauter Getriebe mit 8 Zähnen zu wählen wünscht. Die Rechnung wird hierbey folgende:

$\frac{18720}{26} = 720$, welche Zahl man etwa in die Faktoren 10, 9 und 8 zerlegen kann. Hiernach erhielte man für das

Minutenrad (8 × 10) 80 Zähne;
Mittelrad (8 × 9) 72 Zähne;
Kronrad (8 × 8) 64 Zähne;

das Steigrad hat, nach unserer Annahme, 13 Zähne; sämmtliche Getriebe besitzen 8 Zähne.

Die Berechnung des Schneckenrades, und des Minutenrad-Getriebes, in welches es eingreift, ist hierauf ganz ohne Einfluß, da die Geschwindigkeit des Minutenrades (eine Umdrehung in der Stunde) nie abgeändert werden kann.

Wollte man sich von der Richtigkeit der vorstehenden Rechnung überzeugen, so hätte man nur nach der oben gegebenen Anweisung, zur Probe, die Zahl der Unruh-Schwingungen zu berechnen, wobey wieder die Zahl 18720 zum Vorscheine kommen muß.

$$\frac{80 \times 72 \times 64 \times 26}{8 \times 8 \times 8} = 18720.$$

In den seltensten Fällen wird es geschehen, daß (wie vorliegend) die Division der Schwingungen durch die doppelte Zahl der Steigradzähne ohne Bruch aufgeht. Ist dieses nicht, so läßt man den Bruch ohne Anstand ganz weg, wenn er klein ist, oder ergänzt ihn zu 1, wenn er über $\frac{1}{2}$ beträgt; man wird in keinem Falle einen bedeutenden Fehler begehen, und an der Vermehrung oder Verminderung der Schwingungen um wenige liegt eben nichts. Beyspiel:

Es solle eine Unruhe 19000 Schwingungen in der Stunde machen, das Steigrad 11 Zähne, und jedes Getrieb 6 Triebstöcke haben.

Rechnung.

$\frac{19000}{22} = 863\frac{14}{22}$. Statt dieser Zahl nimmt man 864, zerlegt diese in die Faktoren 12, 9 und 8, und berechnet demnach

das Minutenrad zu (12 × 6) 72 Zähnen,
das Mittelrad zu (9 × 6) 54 Zähnen,
das Kronrad zu (8 × 6) 48 Zähnen.

Hieraus findet man die Schwingungen der Unruhe in einer Stunde:

$$\left(\frac{72 \times 54 \times 48 \times 22}{6 \times 6 \times 6}\right) = 19008.$$

§. 134.

Kein Uhrwerk, und insbesondere keine Unruhe, kann so vollkommen seyn, daß nicht, wenigstens nach längerer Zeit, einige Unregelmäßigkeit im Gange entstehen sollte. Von diesen als Folgen der Bearbeitung oder Abnutzung anzusehenden Mängeln hier zu sprechen, verbiethet der Zweck des Werkes. Dafür muß ich eines andern Einflusses gedenken, dem selbst die bestgearbeitete Unruhe unterliegt, nähmlich der durch Wärme und Kälte hervorgebrachten Veränderung. Beyde Haupttheile des mit der Hemmung verbundenen Regulators, nähmlich die Unruhe und die Spiralfeder, leiden von dem Einflusse der Temperatur-Aenderung; weil sie durch die Wärme ausgedehnt, durch die Kälte zusammengezogen werden, wie jeder andere Körper. Die Vergrößerung oder Verkleinerung der Unruhe hat — da das Gewicht dieses Theiles unter keinen Umständen eine Veränderung erleidet, die Hauptmasse (nähmlich der Kranz) vielmehr nur um etwas Weniges von dem Mittelpunkte weiter entfernt, oder demselben genähert wird — keinen sehr großen Einfluß auf den Gang der Uhr. Desto wichtiger ist hingegen die Veränderung der Spiralfeder, und sie ist es denn auch hauptsächlich, welche verursacht, daß die Uhren in der Wärme langsamer als in der Kälte gehen. Wird diese Veränderung sehr bedeutend, so kann man ihr leicht und ziemlich genau durch den Gebrauch der im vorigen §. beschriebenen Stellung abhelfen; viel besser sind aber immer jene Vorrichtungen, durch welche der Regulator sich selbst die nöthige Gleichförmigkeit des Ganges gibt. Man erhält einen solchen Erfolg durch Anbringung einer ähnlichen Kompensation, wie sie früher bey Gelegenheit des Pendels (§. 130) beschrieben worden ist. Die Kompensationen bey Taschenuhren wirken meistens in der Art, daß sie die Schwungmasse der Unruhe dem Mittelpunkte näher bringen, und dadurch die Bewegung erleichtern, wenn durch Wärme die Schwingungen langsamer zu werden anfangen, und umgekehrt im entgegengesetzten Falle. *) Man kann zu diesem

*) Die Versuche, den Gang der Uhren dadurch stets gleichförmig

Ende zwey Kompensations-Federn mit der Unruhe verbinden, die in Fig. 21 (Taf. XV) durch g g angezeigt sind. An ihren freyen Enden tragen diese Federn kleine Gewichtchen i i. Die Zusammensetzung der Kompensations-Federn ist eine ähnliche, wie sie schon einmahl (§. 130) angegeben wurde; sie bestehen nähmlich aus zwey fest mit einander verbundenen Metallstreifen, von denen der innere, der Unruhe h zugekehrte, aus Stahl, der äußere hingegen aus Messing verfertigt wird. Da durch zunehmende Wärme das Messing mehr als der Stahl ausgedehnt wird, so sind die Federn gezwungen sich einwärts zu krümmen, und die Gewichtchen i i kommen der Unruhe näher; dadurch vermindert sich die Entfernung der größten Masse vom Drehungspunkte, die Spiralfeder findet weniger Widerstand die Unruhe zu bewegen, und sie schwingt daher schneller, als sie ohne die Kompensation gethan haben würde. Man kann sich leicht vorstellen, daß durch Verminderung der Wärme die Gewichte sich weiter nach außen begeben, und dadurch die Schnelligkeit der Schwingungen mindern müssen. — Die beschriebene Kompensation kann auch nach Art der Fig. 20 abgeändert werden. Hier fehlt der Kranz der Unruhe gänzlich, und die Kompensations-Federn c d mit ihren Gewichten e e sind unmittelbar an den zwey Armen a b befestigt, welche man sich als die Speichen der weggelassenen Unruhe denken muß. — Auch den Mechanismus der Rostpendel hat man auf Taschenuhren anzuwenden versucht. Berthoud hat dieses zuerst unternommen.

---

zu erhalten, daß durch die Kompensation eine angemessene Verlängerung oder Verkürzung der Spiralfeder bewirkt wird, sind nie vollkommen gelungen; woran die große Empfindlichkeit der genannten Feder Ursache ist. Man kann übrigens eine Kompensation dieser Art leicht erhalten, indem man das Rückklöbchen der Stellung mit einem Metallstreifen in Verbindung bringt, durch dessen Ausdehnung oder Zusammenziehung es von dem Befestigungspunkte der Spiralfeder entfernt oder demselben genähert wird.

§. 135.

b) Die Cylinderhemmung wird der bis jetzt beschriebenen gemeinen Steigradhemmung deßwegen vorgezogen, weil sie durch Schütteln der Uhr nicht in schnellere Schwingungen gesetzt wird, wie es bey dieser der Fall ist (§. 133); man wendet demungeachtet die Cylinderhemmung nicht allgemein an, weil ihre Bearbeitung sehr schwierig ist, und ungemeine Genauigkeit voraussetzt.

Die mit der Cylinderhemmung versehenen Uhren weichen im Uebrigen nur wenig von den gewöhnlichen ab. An der Stelle des Kronrades befindet sich ein Stirnrad, welches in ein an der Axe des Hemmungsrades (Cylinder- oder Hakenrades, Taf. XVI, Fig. 2) befestigtes Getrieb C greift, und dasselbe herumdreht. Das Cylinderrad A vertritt die Stelle des gemeinen Steigrades, liegt aber horizontal, d. h. mit der Unruhe parallel. Seine Zähne haben eine ganz eigenthümliche Form, bestehen nähmlich aus aufrechten Zapfen, z, z, auf deren jedem ein dreyeckiger Lappen a b oder m n sitzt. Die Verrichtung der Spindel übernimmt bey der Cylinderhemmung ein, gleich der gemeinen Spindel senkrecht stehender, halb ausgehöhlter stählerner Cylinder B, der, in seiner Mitte ungefähr, einen Ausschnitt besitzt, um einen Zahn des Rades bequem aufnehmen zu können. Die beyden Kanten, welche hierdurch entstehen, werden Lippen genannt. Die eine derselben, bey c, ist rund, die andere, d, nach innen zu abgeschrägt. Dadurch wird der Cylinder in den Stand gesetzt, seine Verrichtung mit der geringsten Reibung zu vollziehen. Außerdem befindet sich bey e im Cylinder noch ein Ausschnitt, damit die Bewegung der Zapfen z, z, des Rades A ungehindert vor sich gehen könne. Der Cylinder läuft mit seinen Zapfen f und g in Löchern, und trägt, nahe am obern Ende, die Spiralfeder sammt der Unruhe.

Um den Zweck dieser ganzen Einrichtung und ihre Wirkung leichter übersehen zu können; vergleiche man mit der perspectivischen Zeichnung Fig. 2, auch den nach gleichem Maßstabe gezeichneten Grundriß in Fig. 3, wo der Cylinder B im horizonta-

len Durchschnitte zu sehen ist. Wenn das Rad A, von dem übrigen Räderwerke aus, nach der Richtung des Pfeils in Bewegung gesetzt wird, stößt der eben an der Stelle befindliche Zahn bey c gegen die Kante des Cylinders, dreht diesen letztern (somit auch die Unruhe) etwas herum, und gelangt dadurch in die Höhlung desselben. In dieser Lage ist die Vorrichtung gezeichnet. Vermöge der Elasticität der Spiralfeder nimmt aber der Cylinder augenblicklich seine vorige Stellung wieder an, und die Unruhe schwingt zurück. Geht nun während dem die Bewegung des Rades fort, so stößt, noch vor Beendigung der Schwingung, der Zahn mit seiner Spitze von innen gegen die Kante d, und hilft die Drehung des Cylinders befördern, indem er zugleich die Höhlung desselben verläßt. Während dem kommt der nächste Zahn des Rades bey c an den Cylinder. Jedesmahl, wenn die Spitze eines Zahnes den Cylinder von außen bey c, oder von innen bey d berührt, wird die Bewegung des Rades so lange angehalten, bis der Cylinder durch die Elasticität der Spiralfeder so weit herumgedreht worden ist, daß die Spitze frey wird, welche dann den Cylinder zur Vollendung seiner Schwingung treibt. Man sieht dieses aus Fig. 3; so lang hier der Cylinder B in der gezeichneten Lage verharrt, muß auch das Rad A unbeweglich bleiben. Der Cylinder ist aber in seiner nach c hin gerichteten Drehung begriffen, und es wird endlich ein Augenblick eintreten, wo die Kante d vor der Spitze des Zahnes vorbey kommt; dann wirkt die Seite a b des dreyeckigen Zahns als schiefe Fläche, zwingt den Cylinder noch weiter sich zu drehen, und treibt somit die Unruhe an. In dem Augenblicke, wo der Zahn über die Kante d hinaus ist, stößt schon der nächste, y, bey c von außen gegen den Cylinder. Hier muß derselbe so lang unbeweglich bleiben, bis die Elasticität der Spiralfeder und der Schwung der Unruhe den Cylinder so weit zurückgedreht hat, daß die Spitze des Zahns an der Kante c vorübergehen, und der Zahn selbst in das Innere des Cylinders treten kann. Durch dieses abwechselnde Spiel des Cylinders wird natürlicher Weise die Bewegung des Rades A eben so verzögert, wie sonst die Bewegung

des gemeinen Steigrades durch die Spindel. Zugleich ersetzt der Stoß der Zähne immer von Neuem der Unruhe das, was sie an Schwungkraft durch die vorhergehende Schwingung verloren hat. Da auch hier jeder Zahn des Hemmungsrades zweymahl auf den Cylinder wirkt, und mithin zwey Schwingungen der Unruhe hervorbringt, so weicht die Berechnung der Schwingungen-Zahl nicht im Mindesten von der (§. 133) gelehrten ab. Doch kann das Cylinderrad auch eine gerade Anzahl von Zähnen besitzen, weil der Angriff des Cylinders nur an einer Seite jenes Rades vor sich geht.

§. 136.

2. Hemmungen für Pendeluhren.

Die älteste Hemmung überhaupt, und jene, welche man auch an Pendeluhren der früheren Zeit allgemein findet, ist die gemeine (§. 132 beschriebene) Steigradhemmung, deren Natur eine Anwendung auf Pendeluhren leicht zuläßt. Man darf nur das Steigrad, so wie die Spindel, horizontal legen, und mit dem einen Ende der letztern die Pendelstange verbinden; so werden die regelmäßigen Schwingungen des Pendels eben so ein abwechselndes Ausheben und Einfallen der Lappen möglich machen, wie sonst die Oscillationen der Unruhe. Da jedoch hier das Pendel nie frey schwingen kann, sondern ohne Unterlaß von dem Steigrade angetrieben wird, so müssen alle Unregelmäßigkeiten der Bewegung auf das Pendel wirken, und dieses kann demnach seinen Zweck als Regulator (§. 129) nur unvollkommen erfüllen. Die Hemmung mit der Spindel konnte daher nicht länger bey Pendeluhren Anwendung finden, so bald man an deren Statt eine bessere erfunden hatte.

Die Zahl der für Pendeluhren bestimmten Hemmungen ist sehr bedeutend, weil die geschicktesten Künstler ihre ganze Aufmerksamkeit auf diesen Theil des Mechanismus richteten, nachdem sie erkannt hatten, daß vorzüglich die Pendeluhren sehr genaue Zeitmesser abzugeben vermögen. Von mir sollen jedoch nur nachstehende Arten angeführt und beschrieben werden.

a) Die Hakenhemmung, oder der so genannte engli-

sche Haken (von Clement um 1680 erfunden). Diese Art Hemmung findet sich jetzt, besonders bey kleineren Pendeluhren, noch am allerhäufigsten. Man sieht eine Vorstellung davon in Fig. 4 auf Taf. XVI. Sie besteht aus dem Steigrade aa, dessen Zähne aber hier in gleicher Ebene mit dem Rade selbst liegen; und aus dem Hakende, der an die Stelle der Spindel getreten ist. Das Steigrad ist das letzte Rad der Uhr, und dreht sich am schnellsten unter allen, indem es mittelst eines an seiner Axe sitzenden Getriebes von dem vorhergehenden Rade bewegt wird. Der Haken, welcher sich unmittelbar über dem Steigrade befindet, und einen kleinen Theil derselben umfaßt, ist ein der Zeichnung ähnlich geformtes Stahlstück, welches sich um den Punkt b dreht. Dieser Drehungspunkt befindet sich in der Welle n (Taf. XV, Fig. 13 und 14), welche die Gabel des Pendels trägt (§. 129), und durch die Schwingungen des letztern in hin- und herwiegende Bewegung gesetzt wird. Eine eben solche Bewegung nimmt natürlich auch der Haken an, und er wirkt dabey auf das Steigrad, dessen schnelle Drehung er verzögern soll, in nachstehender Art. Gesetzt, das Pendel sammt dem Haken befinde sich in Ruhe, d. h. die Pendelstange bc hänge senkrecht herab, und sie fange eben an sich zu schwingen, während das Steigrad in der Richtung des Pfeils sich umzudrehen bestrebt. Unter diesen Umständen wird der in n befindliche Zahn gegen den Lappen e des Hakens stoßen, und dieser weicht ihm aus, weil die Pendelstange nach f hin schwingt. Nach der Beseitigung dieses Hindernisses müßte das Steigrad sogleich ungehindert nach der nähmlichen Seite sich fortdrehen, wenn nicht der zweyte Lappen d unterdessen zwischen zwey Zähne, o und m, eingefallen wäre; das Steigrad dreht sich deßwegen nur um so viel weiter, als die halbe Entfernung zweyer seiner Zähne beträgt; denn der Lappen d, welcher vorher der Spitze von m gegenüber war, (und auch so gezeichnet ist) liegt jetzt in dem Einschnitte zwischen m und o. Sobald das Pendel seine Schwingung vollendet hat, und die Stange desselben in f angekommen ist, fängt es, wie wir wissen, eine rückgehende Bewegung an, schwingt nähmlich

über c nach g. Dadurch wird der Lappen e wieder zum Einfallen gezwungen, und zwar geräth er jetzt zwischen die Zähne n und p, indem das Steigrad abermahls um die halbe Zahnweite vorrückt. Der beschriebene Vorgang wiederhohlt sich nun neuerdings, und zwar so lange, als die bewegende Kraft thätig ist, und das Pendel nicht am Oscilliren gehindert wird. Man sieht, daß durch den Haken und sein wiederhohltes Einfallen, die Bewegung des Steigrades sehr verzögert werden müsse; dagegen wirkt rückwärts das Steigrad auf den Haken, und treibt durch ihn das Pendel immerfort zum Schwingen an. Da, wie erwähnt, bey jeder Schwingung des Pendels das Steigrad nur um eine halbe Zahnweite vorrückt, so wird man auch hier die Zahl der Schwingungen in einer gewissen Zeit finden, wenn man die Umdrehungen des Steigrades mit der doppelten Zahl seiner Zähne multiplicirt. Beyspiele hierüber anzuführen ist überflüssig. — Jedesmahl, wenn ein Lappen des Hakens gegen die schräge Seite des mit ihm in Berührung kommenden Zahnes stößt, verhindert er ihn nicht nur am augenblicklichen Vorrücken, sondern er nöthigt ihn sogar ein wenig zurück, der Richtung des Pfeils entgegen. Daher geht die Bewegung des Steigrades immer ruckweise vor sich; und man merkt dieses sehr deutlich an allen mit der Hakenhemmung versehenen Sekunden-Uhren, deren dreyßigzähniges Steigrad in jeder Minute einen Umgang vollendet, und auf seiner Welle den Sekundenzeiger trägt. Dieser Zeiger wird bey jedem Sprunge von dem zurückgehenden Steigrade mitgenommen, und macht somit nie einen Schritt vorwärts, ohne zuvor ein wenig rückwärts gegangen zu seyn. Ueber diese Eigenthümlichkeit, welche nicht allen Hemmungen gemein ist, wird unten noch Einiges vorkommen (§. 140). —

§. 137.

b) Graham's Ankerhemmung, welche man in Fig. 5 abgebildet sieht, hat in allen Rücksichten bedeutende Vorzüge vor dem englischen Haken. Bey ihr findet das erwähnte Zurückgehen des Steigrades eben so wenig Statt, als bey irgend einer der noch folgenden Hemmungen. Sie hat den Nah-

men von der ankerförmigen Gestalt des Stückes a b d, welches hier statt des Hakens angebracht ist, und auf die nähmliche Art, wie dieser, mit dem Pendel verbunden wird. Die Flächen der beyden Ankerlappen m l und c g sind nicht gerade, sondern nach der Krümmung eines aus dem Mittelpunkte a beschriebenen Kreisbogens gearbeitet, und an ihren Enden abgeschrägt. Der Anker ist in der Zeichnung vorgestellt, wie er eben mit dem Lappen m l zwischen die Zähne des Hemmungs- oder Steigrades o eingefallen ist. Die Pendelstange befindet sich in der Lage a f, und hat ihre Schwingung nach der Seite f hin vollendet. Fängt nun das Pendel an zurückzuschwingen, so entfernt sich der Lapper m l vom dem Zahne e; dieser muß aber (weil er sich gegen die Bogenkrümmung des Lappens anlegt) so lang in vollkommener Ruhe bleiben, bis im Verfolge der Schwingung, der Punkt l an der Spitze des Zahns vorbeygeht. Dann fängt das Steigrad an sich zu bewegen, und, indem der Zahn e über die schräge Fläche l n des Lappens hinabgeht, treibt er das mit dem Anker verbundene Pendel zu neuen Schwingungen an. Der Lappen l m wird endlich, wenn die Pendelstange in z angekommen ist, von dem Zahne ganz frey, und das Steigrad würde sich jetzt, ohne weitere Vorkehrung, ungehindert fortdrehen, die Uhr also ablaufen; allein während des beschriebenen Vorganges ist der zweyte Lappen c g des Ankers nicht unthätig gewesen, sondern er ist vielmehr zwischen die Zähne h und k eingetreten. Während nun e von dem Lappen l m abfällt, und das Steigrad um die halbe Zahnweite fortrückt, stößt der Zahn k gegen die äußere Krümmung des Lappens c g; dieser tritt, bey der nun von z nach f gerichteten Schwingung des Pendels, aus dem Raume h k heraus, hält aber den Zahn k so lange unbeweglich, bis derselbe gegen die Abschrägung g i wirken, und dadurch neuerdings die Schwingung des Pendels unterstützen kann. Wegen der hierbey wiederhohlt Statt findenden Reibung macht man den Anker aus gehärtetem Stahle, oder belegt die mit den Zähnen in Berührung kommenden Flächen der Lappen mit harten Edelsteinen.

Der Unterschied zwischen dieser und der Hakenhemmung liegt, wie man sieht, hauptsächlich darin, daß das Pendel einen großen Theil seiner Schwingung ohne Zuthun des Steigrades vollbringt, und von diesem erst dann einen neuen Impuls erhält, wenn die Schwingung schon ihrem Ende naht, und der betreffende Zahn des Steigrades auf die Abschrägung des Lappens wirkt. Bey genauer Betrachtung wird man hierin eine große Aehnlichkeit der Ankerhemmung mit der Cylinderhemmung (§. 135) finden.

§. 138.

c.) Lepaute's Hemmung mit dem Nägelrade, welche in Fig. 6 abgebildet ist, kommt in gewisser Rücksicht der vorigen sehr nahe, unterscheidet sich aber von ihr dadurch, daß beyde Theile des Ankers a b c auf einer und der nähmlichen Seite des Hemmungsrades zum Angriff kommen. Das genannte Rad ist ohne Zähne, besitzt hingegen auf seinem Kranze eine gewisse Anzahl dünner Stifte, welche nach Art der Zähne bey einem Kammrade gestellt sind. Der mit dem Pendel zugleich oscillirende Anker dreht sich um den Punkt c, und besteht aus zwey ungleich langen Armen, deren Lappen, a, b, nach einem aus c beschriebenen Bogen gekrümmt, vorn aber abgeschräzt, und überhaupt so gebildet sind, wie die Lappen der Graham'schen Ankerhemmung (§. 137). Indem das Pendel von b nach a schwingt, lehnt sich der Stift 1 gegen die Krümmung von a, und bleibt daher unbeweglich bis zu dem Augenblicke, wo er ganz von diesem Lappen abfällt, und jetzt neuerdings durch b aufgehalten wird. Ist die Schwingung des Pendels vollbracht, so befindet sich der Stift 1 in dem Winkel von b. Wenn hierauf dieser Arm des Ankers bey der nächsten Schwingung zurückkehrt, so verläßt ihn der Stift 1, dagegen fällt der nächste, mit 2 bezeichnete Stift auf a. Jedesmahl, wenn ein von dem Lappen a oder b abfallender Stift über die schiefe Fläche desselben herabgeht, treibt er das Pendel neuerdings an, und ersetzt ihm den Verlust an Kraft, welchen es während der Schwingung erlitten hat.

Der Erfinder dieser Hemmung, ein französischer Künstler, hat dieselbe auch zur Anwendung auf Taschenuhren vorgeschlagen; und in der That darf man nur mit der Welle c des Ankers die Unruhe in Verbindung setzen, um hierbey zum Zwecke zu gelangen.

§. 139.

d.) Hemmung für Pendeluhren, von Mudge. Von dieser Hemmung, welche an Güte vielen andern Arten vorsteht, sieht man eine Zeichnung in Fig. 7. Der Zweck des Erfinders, der späterhin einige mehr oder weniger glückliche Nachahmer gefunden hat, war bey der Construction des vorliegenden Mechanismus kein anderer als der, die Schwingungen des Pendels von der Bewegung des Steigrades möglichst unabhängig zu machen, und gleichwohl diese durch jene zu reguliren. Das Steigrad i ist von keiner ungewöhnlichen Gestalt; dagegen besteht der die Stelle des Graham'schen Ankers vertretende Theil aus zwey mit Lappen versehenen Armen h, k, welche sich, unabhängig von einander und von dem Pendel, um die Welle a bewegen lassen. Mit dem Pendel zugleich oscillirt ein ankerförmiges Stahlstück b c d, dessen Enden gegen zwey durch diese Arme gehende Schrauben stoßen, und somit einen und den andern ausheben. Das Wiedereinfallen der Arme zwischen die Zähne des Rades wird durch ein kleines Gewicht e bewirkt, womit jeder derselben versehen ist, und welches an dem Arme f nach Erforderniß aus- oder einwärts geschraubt werden kann, um seine Wirkung zu vermehren oder zu vermindern. Mit Hülfe der Zeichnung und desjenigen, was in den vorigen §§. über Hemmungen von Pendeluhren gesagt worden ist, wird man sich leicht die Art begreiflich machen können, wie die vorliegende ihre Bestimmung erfüllt. Daher nur mehr folgende Worte. Wenn bey der durch die Zeichnung angegebenen Lage der Theile, der Arm h von dem Zahne m entfernt wird, so rückt das Steigrad, wie gewöhnlich, um die halbe Zahnweite fort, und n stößt an den Lappen von k, vor welchem er so lange unbeweglich bleibt, bis dieser Arm durch die rückkehrende Schwingung des Pendels ausgehoben wird.

Den ihm unumgänglich nöthigen neuen Antrieb zum Schwingen (§. 127 zu Ende) erhält das Pendel hier nicht vom Steigrad, sondern durch die Schwere der Gewichte e e, welche, wie schon erwähnt, das Einfallen der Arme bewirken, und dadurch gegen das ankerförmige Stück b c stoßen. Da nun dieser Antrieb am Ende einer jeden Schwingung in gleicher Stärke erfolgt, so können die Oscillationen des Pendels nie an Größe oder Schnelligkeit abnehmen; sie müssen sich vielmehr immer gleich bleiben, da auch die Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Steigrades ohne Einfluß darauf sind.

§. 140.

Die Bekanntschaft mit der vorstehenden kleinen Zahl von Hemmungen wird hinreichen, um einen deutlichen Begriff von den Mitteln zu geben, durch welche die Bewegung eines Uhrwerkes bis auf den erforderlichen Grad verzögert werden kann. Ich will daher den noch übrigen Raum dieses Abschnittes dazu benützen, um einige nicht unwichtige Bemerkungen über Hemmungen im Allgemeinen beyzubringen.

Die Eigenschaften, welche man von einer vollkommenen Hemmung fordern muß, und deren Vorhandenseyn in einem grössern oder geringern Grade, den Werth der Hemmungen bestimmt, lassen sich in folgende zwey zusammenfassen: 1) Durch die Hemmung soll dem Regulator (dem Pendel oder der Unruhe) die bewegende Kraft ohne allen Verlust (also, wenn es möglich wäre, ganz ohne Reibung) mitgetheilt werden. Die Vermeidung des Oehles trägt, wo sie thunlich ist, hierzu viel bey, denn so sehr das Oehl als Verminderungsmittel der Reibung bey andern Gelegenheiten nützt, so sehr wird es hier durch seine allmähliche Verdickung, welche die Bewegung erschwert, und den Gang der Uhr langsamer macht, schädlich. 2) Das Hemmungsrad soll dem Regulator die volle Freyheit zu schwingen gestatten, und nur in so fern auf ihn wirken, als es nöthig ist, den verloren gegangenen Theil der Kraft durch einen neuen Antrieb zu ersetzen (§§. 127, 129). Es ist nähmlich ganz eigentlich der Regulator, dessen Schwingungen als Zeitmaaß dienen, und das ganze Lauf-

werk der Uhr soll nur zur Hervorbringung des erwähnten Antriebes dienen, nicht aber auf die Schnelligkeit der Schwingungen selbst einwirken.

Nach dem Beyspiele des berühmten Berthoud theilt man alle bekannten Arten von Hemmungen in drey Klassen, welche im Deutschen mit den Benennungen der zurückfallenden ruhenden und freyen Hemmung bezeichnet werden.

Zur zurückfallenden Hemmung gehören alle jene Arten, wobey die Zähne des Steigrades ohne Unterlaß auf den Regulator wirken, und der thätige Zahn des genannten Rades bey jeder Schwingung ein wenig nach rückwärts gezogen wird, bevor er eine neue Schwingung zu bewirken vermag. Wir haben Beyspiele dieser Art an der Hemmung mit der gemeinen Spindel (§§. 132, 136) und an der Hakenhemmung für Pendeluhren (§. 136) gesehen. Die große hierbey Statt findende Reibung, so wie der Umstand, daß die Ungleichförmigkeiten in der Bewegung des Steigrades auch auf den Regulator übergehen, der dadurch bald schneller bald langsamer zu schwingen genöthigt wird, sprechen gegen die Vorzüglichkeit dieser Hemmung.

Ruhend wird jede Hemmung genannt, bey welcher der Regulator den größten Theil seiner Schwingung ohne äußern Einfluß vollbringt, das Hemmungsrad aber so lange vollkommen unbewegt bleibt, bis die Schwingung beynahe geendet hat. Die Cylinderhemmung (§. 135), der Graham'sche Anker (§. 137) und die Hemmung des Lepaute (§. 138) gehören hieher. Der Zahn des Hemmungsrades stößt bey allen diesen gegen einen am Regulator befindlichen bogenförmigen Theil, und bleibt vor demselben so lange in Ruhe, bis er frey neben ihm vorbeygehen kann. Verminderte Reibung und gleichförmigere Schnelligkeit der Schwingungen wegen der Unabhängigkeit des Regulators sind die Vorzüge der ruhenden Hemmung. Die Erfindung und Anwendung dieser Hemmung konnte übrigens nicht eher Statt haben, als bis man die Spiralfeder mit den Sackuhren, und das Pendel mit den großen Uhren verbinden gelernt hatte. Denn da, bey den ersteren, die Unruhe nie von selbst in ihrer Schwingung

umkehren würde, wozu sie bey der zurückfallenden Hemmung von dem Steigrade gezwungen wird; so könnte sie auch keinen Theil ihrer Schwingungen ohne Zuthun der Hemmung verrichten, wenn nicht die Elasticität der Spiralfeder dieses möglich machte. Eine ähnliche Bewandtniß hat es mit der Wirkung des Pendels. Auf die Aehnlichkeit zwischen diesem und der Spiralfeder ist (§. 132) hingewiesen worden.

Ein Beyspiel der freyen Hemmung ist in der (§. 139) beschriebenen des Mudge gegeben; ihre Vortheile sind bereits aus einander gesetzt worden. Das Wesen der freyen Hemmung besteht überhaupt darin, daß nicht nur (wie bey der ruhenden Hemmung) der Zahn des Steigrades, während der Regulator seine Schwingung vollbringt, unbeweglich bleibt, sondern daß dieses Aufhalten des Steigrades durch einen vom Regulator abgesonderten Theil der Vorrichtung geschieht. Nicht alle hieher gehörigen Arten sind indessen, gleich der angeführten, so beschaffen, daß der dem Pendel nöthige Antrieb zum Schwingen ihm ohne Zuthun des Steigrades mitgetheilt würde. Hemmungen, bey denen dieses der Fall ist, hat Berthoud insbesondere Echappemens à vibrations libres et à remontoir genannt.

VII. Windfänge.

§. 141.

Windfänge heißen gewisse Flügel, welche man an verschiedenen Maschinen, statt einer Hemmung anbringt, um die zu schnelle Bewegung derselben zu mäßigen (§. 131). Die Flügel drehen sich nähmlich um eine Welle als ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt, setzen dabey der Luft eine mehr oder weniger große Fläche entgegen, und werden dadurch in ihrer Bewegung zum Theil aufgehalten. Ein sehr gewöhnliches Beyspiel von der Anwendung eines Windfanges sieht man an den Bratenwendern. Dort greift das letzte Rad des Laufwerkes in eine an der Windfangswelle befindliche endlose Schraube, und bewirkt so die Drehung des Windfanges, der das zu schnelle Ablaufen des ganzen Werkes verhindert. In Spielwerken aller Art (Spiel-

dosen, Spieluhren ꝛc.) bringt man Windfänge zu demselben Behufe und auf die nähmliche Art an. Bey Schlaguhren kommen Windfänge vor, welche mit den Rädern des Schlagwerkes in Verbindung gesetzt werden, um die Schnelligkeit der auf einander folgenden Schläge zu mäßigen. An der Welle eines solchen Windfanges sitzt ein Getrieb, und in dieses greift das letzte gezahnte Rad des Schlagwerkes, wodurch die Flügel in Umdrehung kommen (§. 119).

§. 142.

Da es die Bestimmung der Windfänge ist, von der Luft in ihrer Bewegung verzögert zu werden, eine große Schwere der Flügel aber diese Bewegung vielmehr durch die Schwungkraft erleichtern würde; so gibt man ihnen, bey geringem Gewichte, absichtlich eine große Fläche, damit der Widerstand der Luft um so besser auf sie wirken, und sowohl ihre Schnelligkeit, als jene der damit verbundenen Maschinentheile mäßigen könne. Die gewöhnlichsten unter den verschiedenen Formen der Windfänge lernt man aus den Zeichnungen Taf. V, Fig. 20, 21, 22; Taf. XIV, Fig. 23, 24, und Taf. XV, Fig. 10 kennen. Die einfachste Art von Windfang, welche gewöhnlich in größeren Schlaguhren gefunden wird, besteht aus einer dünnen Welle b b (Taf. XIV, Fig. 24), und zwey unbeweglich daran sitzenden Flügeln a a. Man bedient sich auch solcher Windfänge mit 4 bis 6 Flügeln (Taf. V, Fig. 22). Je größer die Flügel sind, desto mehr Widerstand setzen sie der Luft entgegen. Von ähnlicher Einrichtung ist der in Fig. 20 und 21 (Taf. V) nach zwey Ansichten gezeichnete Windfang, dessen man sich bey kleinen Werken, z. B. in Spieldosen bedient. Die Flügel bb desselben sind etwas gekrümmt, und zwar nach derjenigen Seite hin, auf welcher sie der Luft entgegen gehen, ein keineswegs bedeutender Unterschied. Die in Fig. 23 (Taf. XIV) abgebildete Gestalt gibt man gewöhnlich den Windfängen an Bratenwendern. Die Flügel a, welche sich um die Welle b drehen, können hier mehr oder weniger schief gestellt werden, und bieten so der Luft mehr oder weniger Widerstand dar, je nachdem man es nöthig findet, die Bewegung der damit verbun-

denen Maschine langsamer oder schneller zu machen. Das Nähmliche ist bey Fig. 10 auf Taf. XV der Fall, wo sich die Flügel e e auf ihren Armen d d mehr oder weniger so drehen lassen, daß sie bald mit der ganzen Fläche, bald mehr oder minder schief der Luft entgegen gehen. In der durch die Zeichnung angegebenen Lage gehen sie, wenn sie sich um die Welle f drehen, mit ihrer schneidigen Kante gegen die Luft, und leisten dieser daher fast gar keinen Widerstand. In großen Spieluhren trifft man solche Windfänge. — Bey den letzten zwey Arten des Windfanges, wo die Flügel nicht unmittelbar an der Welle sitzen, hat auf die Schnelligkeit der Bewegung, außer der Größe der Flügel, auch ihr Abstand vom Drehungspunkte wichtigen Einfluß; denn je größer diese Entfernung ist, desto leichter werden die Flügel von der Luft aufgehalten, desto langsamer ist also ihre Umdrehung. Uebrigens ist es natürlich gleichgültig, ob der Windfang in einer horizontalen oder vertikalen Fläche sich bewegt. — Bey Taschenuhren, die zum Schlagen oder Repetiren eingerichtet sind, bedient man sich statt des Windfanges, Mangels an Raum wegen, gewöhnlich bloß eines Getriebes ohne Flügel, welches von dem letzten Rade des Schlagwerkes umgetrieben werden muß, und dadurch gleichfalls eine Verzögerung der Bewegung veranlaßt.

Dritter Abschnitt.

Von den Hindernissen der Bewegung.

§. 143.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß jeder Körper, der in irgend einer künstlich hervorgebrachten Bewegung begriffen ist, sehr bald in Ruhe kommt, wenn nicht die bewegende Kraft unausgesetzt, oder doch nur mit kurzen Unterbrechungen auf ihn wirkt. Da nun nach den Gesetzen der Physik, insbesondere zu Folge des allen Körpern inwohnenden Beharrungsvermögens (der sonst sogenannten Trägheit) das Gegentheil erfolgen, d. h. der einmahl in Bewegung gesetzte Körper, auch ohne neuen Antrieb, immerfort sich bewegen sollte, so ist an der Existenz gewisser äußerer Hindernisse, welche diesen Erfolg hervorbringen, nicht zu zweifeln. Man nennt daher alles das ein Hinderniß der Bewegung, was die Geschwindigkeit eines in Bewegung begriffenen Körpers vermindern, oder seine Bewegung ganz hemmen kann. Die Hindernisse der Bewegung kommen beym Baue von Maschinen gar sehr in Betrachtung, indem sie oft einen sehr bedeutenden Theil der bewegenden Kraft unwirksam machen; und da sie sich oft unter einer unerwarteten Gestalt, in einem nicht vermutheten Grade zeigen, so wird zu einer schicklichen Berücksichtigung derselben manchmahl große Beurtheilungskraft erfordert. Es liegt nicht in der Möglichkeit, im Voraus alle Fälle zu berechnen, und die dafür passenden Maßregeln anzugeben; das Nachstehende wird daher bloß eine auf allgemeine Gründe zurückgeführte Darstellung enthalten, welche wenigstens für die meisten Fälle Auskunft zu geben vermag.

Als Hinderniſſe der Bewegung werden wir hier drey zu berückſichtigen haben; nähmlich die Reibung, den Widerſtand der Luft und die Steifigkeit der Stricke. Unter ihnen ſpielt die Reibung die bedeutendſte Rolle, und von ihr wird daher im gegenwärtigen Abſchnitte am weitläufigſten die Rede ſeyn.

I. Reibung.

§. 144.

Reibung (Friktion) wird hier nicht ſowohl das, was man gewöhnlich darunter verſteht, nähmlich die genaue Berührung zweyer Körper und ihre Bewegung auf einander, ſondern vielmehr der dadurch erzeugte Widerſtand genannt, welcher, wie die Erfahrung lehrt, bey jeder ſolchen Berührung in irgend einem Grade Statt findet. Ueber die phyſiſche Urſache der Reibung kann man ſich durch die nachfolgenden Betrachtungen deutliche Begriffe verſchaffen. Jeder Körper, der mit irgend einem andern in Berührung ſteht, und über die Oberfläche desſelben hin bewegt werden ſoll, wird nur durch Anwendung einer gewiſſen Kraft zu dieſer Bewegung gebracht werden können. Man merkt dieſes z. B. an einem flachen Körper, der über eine horizontale Tafel fortgeſchoben oder gezogen werden ſoll. Ungeachtet ein ſolcher Körper, da ſeine ganze Schwere von der Unterlage getragen wird, ſich durch die geringſte Kraft in Bewegung ſetzen laſſen ſollte, geſchieht dieſes doch nicht; vielmehr muß, der Erfahrung zu Folge, eine Kraft zur Fortbewegung angewendet werden, welche, bey mittelmäßiger Rauhigkeit der Oberflächen, nahe dem dritten Theile der Schwere des Körpers gleich iſt. Das was hier eine Verſtärkung der Kraft nöthig macht, iſt die Reibung. Man kennt ferner die Beobachtung, daß zwey ſehr glatte Körper ſich weniger auf einander (unter übrigens gleichen Umſtänden) reiben, als zwey ſehr rauhe; Rauhigkeit der Körper muß demnach als unmittelbare Urſache der Reibung betrachtet werden. Wie ſie aber wirke, bleibt uns noch zu erläutern.

Rauh heißt überhaupt ein Körper, wenn wir auf ſeiner

Oberfläche eine gewisse Abwechslung von kleinen Erhabenheiten und Vertiefungen wahrnehmen. Eine solche Abwechslung aber findet sich, den bisherigen Erfahrungen zu Folge, an allen Körpern, mithin sind alle im physikalischen Sinne rauh, obschon man im gemeinen Leben bloß einen höhern, sehr merklichen Grad dieser Eigenschaft durch das genannte Wort anzuzeigen pflegt. Kommen zwey Körper mit einander in genaue Berührung, und werden sie durch irgend eine Kraft (z. B. durch die Schwere) immerwährend an einander gedrückt, so müssen sich nothwendig die Erhabenheiten des einen Körpers in die Vertiefungen des andern fügen; und wenn unter diesen Umständen Bewegung erfolgen soll, so kann dieselbe nicht eher vor sich gehen, als bis die Hervorragungen der einen Oberfläche entweder ganz weggerissen, oder aus den Vertiefungen der andern, in welchen sie liegen, herausgehoben sind. Um diesen Erfolg zu bewirken, ist eine gewisse Gewalt nöthig, welche nach allerley Umständen verschieden seyn kann, immer aber der bewegenden Kraft einen Theil ihrer Stärke raubt.

Die Größe der Reibung bestimmt man durch die Angabe desjenigen Theiles der Bewegungskraft, welcher von ihr unwirksam gemacht wird. Da jedoch eine solche genaue Bestimmung bey wirklichen Maschinen fast unüberwindlichen Schwierigkeiten unterliegt, so begnügt man sich in den meisten Fällen der Praxis mit einer beyläufigen Schätzung, und oft sogar ohne diese, indem man überhaupt nur darauf sieht, der Kraft einen zur Ueberwindung der Reibung hinreichenden Ueberschuß zu geben. Die Reibung kann wohl zuweilen so sehr anwachsen, daß sie bey weitem den größten Theil der bewegenden Kraft unwirksam macht; so z. B. würde man gewiß durch die Verbindung von etwa hundert in einander greifenden gezahnten Rädern eine Maschine herstellen können, deren Reibung so groß ist, daß ein einzelner Mensch nicht sie zu überwinden, und eine Bewegung hervorzubringen im Stande wäre. Wie sehr es überhaupt auf eine zweckmäßige Wahl der Bewegungstheile ankomme, wenn

die Reibung nach Möglichkeit vermindert werden soll, davon kann man sich in vielen Fällen überzeugen, und gleichwohl werden Mißgriffe der Art selbst hin und wieder von ausgelernten Praktikern gemacht. So würde, unter andern, bey der Construction einer Spinn- oder Zwirnmaschine nichts lächerlicher seyn, als die Drehung der Spindeln durch gezahnte Räder hervorbringen zu wollen; ich selbst habe von einer solchen Maschine Kenntniß erhalten, welche bloß dieses Umstandes wegen, schon im nicht arbeitenden Zustande kaum zur Bewegung gebracht werden konnte.

§. 145.

Da, wie erwähnt, kein Körper von Rauhigkeiten vollkommen frey ist (§. 144), und es eben so wenig durch Kunst gemacht werden kann, die gänzliche Beseitigung der Reibung also auch nicht möglich ist; so kann man nur auf Mittel denken, dieses Hinderniß so sehr zu vermindern als es angeht. Bevor wir uns jedoch darauf einlassen, von diesen Mitteln selbst zu sprechen, wird es nöthig seyn, jene äußern Verhältnisse anzuführen, welche auf die Größe der Reibung einen in der Praxis bemerklichen Einfluß haben. Die Stärke der Reibung hängt nähmlich hauptsächlich von folgenden Umständen ab:

1.) Von dem Grade der Rauhigkeit. Je rauher zwey sich berührende Körper sind, d. h. je mehrere und größere Unebenheiten sie besitzen, desto stärker werden diese in einander greifen, und desto mehr Kraft wird erforderlich seyn, beyde Körper auf einander zu bewegen, weil das Wegreißen oder Ausheben (§. 144) größerer Erhabenheiten schwieriger ist.

2.) Von der Art der Rauhigkeiten. Auf Körpern verschiedener Art ist begreiflicher Weise auch die Gestalt und Größe der rauhen Hervorragungen nicht gleich, und diese greifen daher in den meisten Fällen auch weniger leicht in einander, wodurch die Reibung sehr vermindert wird. Hier muß noch der Umstand erwähnt werden, daß, in der Regel, auch die Härte der Körper einen Einfluß auf ihre Reibung hat, indem die Rauhigkeiten

sehr harter Körper weniger leicht in die Oberfläche anderer, aber ebenfalls harter Körper sich eindrücken.

3.) Von der Schwere der Körper, oder überhaupt von dem Drucke, mit welchem sie gegeneinander gepreßt werden. Die Schwere (eigentlich das Gewicht) der Körper, oder der erwähnte Druck befördert das Ineinandergreifen der Unebenheiten, und vermehrt dadurch die Reibung, welche um so größer seyn muß, je stärker der Druck ist.

4.) Von der Größe der sich reibenden Oberflächen. An je mehr Stellen eine Berührung zwischen den reibenden Körpern Statt hat, desto zahlreicher sind die in einander greifenden Rauhigkeiten, und desto größer muß der von ihnen geleistete Widerstand (bey gleichem Drucke der Flächen gegen einander) seyn. Der Einfluß, welchen die Größe der reibenden Oberflächen auf die Größe der Reibung selbst hat, bleibt jedoch nur so lang sehr merklich, als der Druck eine gewisse Gränze nicht übersteigt. Bey einem sehr starken Drucke scheint sich die Reibung nur nach diesem zu richten, vielleicht deßwegen, weil dann die Rauhigkeiten der Körper sich vollkommener gegen einander abschleifen.

§. 146.

Aus dem Vorstehenden werden sich leicht die Mittel ableiten lassen, durch welche die Reibung in einem gegebenen Falle bis zu dem niedrigsten Grade, der überhaupt möglich ist, vermindert werden kann. Man braucht nähmlich nur alle angegebenen Beförderungsmittel der Reibung zu beseitigen, und kann dabey etwa nachstehende Regeln befolgen:

1.) Man mache die Oberflächen der sich reibenden Körper so glatt als möglich, indem man die Rauhigkeiten derselben durch Abschleifen und Poliren ganz wegnimmt, oder ihre Vertiefungen wenigstens durch eigene, zu diesem Behufe taugliche Schmiermittel, ausfüllt. Das zuerst genannte Verfahren muß schon bey der theilweisen Verfertigung einer Maschine gehörig berücksichtigt werden, während das Schmieren der sich reibenden Flächen nur ein Mittel zur

Nachhülfe ist. Die feinste Politur oder höchste Glätte der Theile ist indessen bey den wenigsten Maschinen (sehr zarte Vorrichtungen, z. B. Uhren u. dgl. ausgenommen) unumgänglich nöthig; vielmehr glätten sich die reibenden Flächen unter einander selbst sehr bald ab. Doch darf man auch nicht Alles weder hierauf, noch auf die Anwendung der Schmiermittel rechnen, welche letztere bey unebenen und holperigen Berührungsflächen nie eine sanfte und leichte Bewegung hervorbringen werden. Die Schmiermittel müssen verschieden seyn, je nachdem sie auf verschiedenartige Materien angewendet werden sollen. Für Metalle im Allgemeinen ist reines Baumöhl das tauglichste Schmiermittel; man wendet es mit gleichem Nutzen bey großen und kleinen Maschinen an. Der Gebrauch des Oehles als Schmiermittel findet ferner bey vielen Metallarbeiten ungemein häufig Statt, z. B. beym Bohren in Metall, beym Schraubenschneiden u. s. w. Bey sehr kleinen und genauen Maschinen, vorzüglich in Uhren, kommt auf die Auswahl des Oehles außerordentlich viel an, indem dasselbe so lang als möglich flüssig bleiben soll, um die Bewegung nicht zu erschweren. Da jedoch auch das reinste Baumöhl in der Kälte stockt, außerdem sich allmählich durch die Einwirkung der Luft verdickt, und dann mehr Schaden als Nutzen bringt; so ist neuerlich das von seinem talgartigen Bestandtheile frey gemachte Oehl, welches durch Behandlung des gemeinen Baumöhles mit Weingeist, oder durch Auspressen des in der Kälte gestockten Oehles zwischen Löschpapier und Absonderung des talgartigen Rückstandes erhalten wird, als ein gutes Schmiermittel vorgeschlagen worden.

Außer dem Oehle sind alle übrigen fetten und fettartigen Substanzen mehr oder weniger zur Verminderung der Reibung bey Metallen geeignet. So erhält man ein, vorzüglich bey größern Maschinen sehr brauchbares, Schmiermittel, wenn man 5 Pfund Schweinschmalz über einem gelinden Feuer zerfließen läßt, und 1 Pfund sehr fein gepülvertes Reißbley damit vermischt. Wachs oder eine Mischung aus Wachs und Unschlitt, wird als Schmiermittel beym Drahtziehen und bey anderen Ge-

legenheiten gebraucht. Kakaobutter (das fette Oehl der Kakaobohnen), deßgleichen Steinkohlentheer (letzterer bloß für große Maschinerien) ist ebenfalls versucht und angewendet worden ꝛc.

Zur Anwendung auf Holz sind alle flüssigen Schmiermittel schon deßwegen nicht wohl brauchbar, weil sie zu bald von demselben eingesaugt werden. Man bedient sich daher hier der Seife, des Talgs, oder wendet Reißbley, fein gepülvertes Federweiß, und andere schlüpfrig machende Pulver an.

2.) Man lasse Körper verschiedener Art sich an einander reiben; ein Grundsatz, dessen Wichtigkeit allgemein eingesehen zu werden verdiente. Von den verschiedenen Holzarten reiben sich z. B. Eichenholz und Buxbaumholz, so wie Ulmen- und Birnbaumholz sehr wenig auf einander. Eben so reiben sich Stahl und Eisen weniger, wenn sie sich auf Messing, Glockenmetall oder Zinn, als wenn sie sich wieder auf Stahl oder Eisen bewegen. Daher läßt man die Zähne messingener Räder in stählerne Getriebe greifen, stählerne Zapfen in Lagern aus Messing oder Glockenmetall, die eisernen Spindeln der Drehbänke in Zinn (oder in einer Legirung aus Zinn und Zink) laufen u. s. w. Den gehärteten stählernen Spindeln der Taschenuhren gibt man zuweilen, wegen der geringen dabey Statt findenden Reibung, Pfannen aus harten Edelsteinen, z. B. aus Diamant oder Rubin; in eben solchen läßt man oft sogar die Räderzapfen größerer astronomischer Uhren laufen. Ein hierher gehöriger Fall ist (§. 137) vorgekommen.

3.) Wo es angeht, lasse man nur Körper von einer bedeutenden Härte sich gegen einander reiben. Einige der unter 2.) angeführten Beyspiele gehören hierher. Da dieser Grundsatz nur selten in seinem vollen Umfange ausgeübt werden kann; so muß man in den übrigen Fällen wenigstens darauf sehen, durch andere Mittel der Reibung nach Möglichkeit abzuhelfen. *)

*) Ich kann nicht umhin, einer merkwürdigen Erscheinung hier zu erwähnen, welche auf den ersten Anblick fast unerklärlich scheint.

4.) Bey solchen Körpern, deren Struktur auf die Reibung einen bedeutenden Einfluß hat, muß auch dieser gehörig berücksichtigt werden. So z. B. ist es nie gut, Holz nach der Quere seiner Fasern sich bewegen zu lassen; und wo es möglich ist, vermeidet man diesen Umstand gern, weil dabey die Reibung weit größer ist, als im entgegengesetzten Falle. Wenn Holz auf Holz sich bewegt, soll man immer die Richtungen der Fasern beyder Stücke sich durchkreuzen lassen, weil die Rauhigkeiten sich dann weniger leicht in einander drücken.

5.) Man vermindere die Größe der Reibungsfläche so sehr als es nur möglich ist. Darum z. B. macht man die Zapfen der Räder in Uhren sehr dünn, *) und gibt den Wagebalken eine

---

Wenn zwey an Härte sehr ungleiche Körper sich an einander reiben, so sollte, der wahrscheinlichsten Vermuthung nach, derjenige zuerst und am meisten abgenutzt werden, dessen Härte geringer ist; und doch geschieht dieses nicht in allen Fällen. Durch die Erfahrung hat man sich z. B. überzeugt, daß in den mit der Cylinderhemmung (§. 135) versehenen Taschenuhren der gehärtete stählerne Cylinder schon sehr ausgerieben ist, wenn die mit ihm in Berührung kommenden Zähne des messingenen Steigrades kaum noch angegriffen erscheinen. Wahr ist es freylich, daß der Cylinder mit den Radzähnen sehr oft, jeder dieser letztern hingegen mit dem Cylinder weit seltener in Berührung kommt; allein dieser Umstand reicht sicherlich nicht hin, das auffallende Faktum zu erklären. Hier eine andere, genügende Erklärung, welche mir von einem einsichtsvollen Praktiker als die wahre angegeben wurde. Die messingenen Radzähne werden wohl im Anfange der Bewegung sehr stark von dem stählernen Cylinder angegriffen; allein sobald der davon abgeriebene Staub in hinreichender Menge vorhanden ist; bildet er mit dem am Cylinder befindlichen Oehle eine Schmiere, welche das Messing vor der weitern Abreibung schützt, auf den Cylinder dagegen wie eine Art von Schmirgel wirkt. Die Erscheinung hat unter diesen Umständen nicht mehr Auffallendes, als das Abschleifen von Eisen und Stahl durch eine mit Schmirgel bedeckte Zinn- oder Kupferscheibe.

*) Eine Hauptursache hiervon ist auch die, daß der Reibungswider-

Schneide, der Magnetnadel eine Spitze als Unterlage; darum formt man häufig die Lager der Wellzapfen bey großen Maschinen so, wie es Fig. 14 auf Taf. I zeigt, weil hier der Umfang eines jeden Zapfens sein Lager nur an drey Punkten berührt u. s. w.

6.) Das Gewicht der sich reibenden Körper verringere man nach Möglichkeit, ohne jedoch den anderweitigen Bedingungen der Festigkeit zu nahe zu treten. Es hat daher die Durchbrechung der Räder in Uhren und selbst bey großen Maschinen, auch außer der dadurch erzielten Zierlichkeit und Ersparung an Material, einen wesentlichen Nutzen, indem sie die Reibung an den Zapfen vermindert. Ueber diese und ähnliche Verfügungen wird jedesmahl die geübte Beurtheilungskraft und Erfahrung des Mechanikers entscheiden.

7.) Endlich suche man die Reibung dadurch zu vermindern, daß man den in Bewegung begriffenen Körper an anderen Körpern sich reiben läßt, welche die Fähigkeit besitzen seiner Bewegung zu folgen, und dadurch das Ausheben seiner rauhen Erhabenheiten aus ihren Vertiefungen erleichtern. Dieses zu bewirken ist insbesondere der Zweck der Reibungs- oder Friktionsrollen, gewisser um ihre Axen sich drehender, eiserner oder stählerner Scheiben, mit deren schmalen Kanten man andere zu bewegende Maschinentheile in Berührung setzt, und welche noch dadurch zur Verminderung der Reibung beytragen, daß sie immer nur eine sehr kleine Berührungsstelle darbiethen.

Hauptsächlich bedient man sich der Friktionsrollen zur Verminderung der Reibung bey Räderzapfen, die man auf solchen Rollen, statt in den sonst gewöhnlichen Lagern, laufen läßt. Fig. 8 (Taf. XVI) stellt eine Einrichtung dieser Art vor; a ist der Zapfen der Welle, b b sind die Friktionsrollen, und c c die dünnen

---

stand auf der Oberfläche eines dünneren Zapfens in geringerer Entfernung von der Drehungsaxe, also gleichsam an einem kürzern Hebelarme wirkt, und deßwegen kein so bedeutendes Hinderniß hervorbringt.

Zapfen derselben. Manchmahl sind die Rollen wie Fig. 9 gestellt, oder man gibt auch jedem Zapfen einer Welle nur eine einzige Friktionsrolle (Fig. 10). Zuweilen endlich legt man die Zapfen der Friktionsrollen selbst wieder auf Rollen, und beseitigt so die Reibung fast ganz. Indessen haben auch die Friktionsrollen ihre Nachtheile, welche nur dort unberücksichtigt bleiben können, wo Verminderung der Reibung der Hauptzweck ist. Durch sie werden die Kosten einer Maschine vermehrt, ohne daß oft der erzweckte Nutzen sehr bedeutend ist. Zu dem kommt noch, daß die Dauer der Friktionsrollen (vorzüglich wenn ein beträchtliches Gewicht auf ihnen lastet) nicht sehr groß ist, indem sie durch das beständige Reiben sich selbst am Rande bald auslaufen, oder eine ähnliche Wirkung auf die von ihnen getragenen Zapfen hervorbringen. Man wendet sie daher im Allgemeinen ziemlich selten, unter andern z. B. in sehr genauen Uhren ꝛc. an; nahmentlich läßt man die Unruhzapfen der Seeuhren zwischen drey großen an ihrem Umfange befindlichen Rollen laufen, weil hier auf die Verminderung der Reibung mehr als in irgend einem Falle ankommt. —

Mit mehr Vortheil ist der Gebrauch der Friktionsrollen bey andern Gelegenheiten verbunden, wo sie z. B. einem in gerader Richtung oder im Bogen sich bewegenden Maschinentheile zur Unterlage oder zum Anlauf dienen. Hierher gehörige Beyspiele sind bereits viele vorgekommen, und ich verweise deßhalb auf §§. 24 (Taf. III, Fig. 11); 47 (Taf. VII, Fig. 21); 56 (Taf. VI, Fig. 26); 104 (zu Anfang); 111 (Taf. XIII, Fig. 25, Taf. II, Fig. 23); 113 (Taf. XIV, Fig. 8, 9); und 114 (Taf. XIV, Fig. 15, 16). Einige noch erübrigende will ich jetzt nachhohlen. An den Schlössern besser gearbeiteter Feuergewehre findet man Friktionsrollen zur Verminderung der Reibung angebracht, welche zwischen der hintern Fortsetzung des Pfannendeckels und der Batteriefeder Statt findet, wenn jener von dem Hahne aufgeschlagen wird. Man sieht dieses aus Fig. 11 (Taf. XVI), wo a die Batterie, c den Drehungspunkt derselben, e die Feder, d die Friktionsrolle, und b den darauf wirkenden Lappen des

Pfannendeckels vorstellt. Die Friktionsrolle kann übrigens entweder, wie hier, an dem freyen Ende der Feder, oder an der Fortsetzung b der Batterie angebracht werden. — Friktionsrollen sind eigentlich auch alle jene einfachen Rollen, über welche man eine Schnur leitet, weil diese, indem sie sich drehen, die Reibung bedeutend vermindern (§. 51). — Die Räder an unsern Fuhrwerken wirken gleichfalls wie Friktionsrollen u. s. w.

§. 147.

Bey der Ausführung von Maschinen ist die Reibung wohl in den meisten Fällen ein Hinderniß, und als solches haben wir sie bisher allein betrachtet. Oft genug aber ist die Reibung eine sehr erwünschte Eigenschaft der Körper, ohne welche manche Erscheinungen und Operationen ganz unmöglich wären. Wie selbst im gemeinen Leben durch die Reibung sehr viel Nutzen gestiftet wird, wie z. B. alle angefaßten Gegenstände ohne sie unsern Händen entgleiten würden u. s. w.; davon wollen wir hier nicht weiter, als von einer zu bekannten Sache, sprechen. Wichtiger hingegen für unsern Zweck sind andere Fälle, in denen die Reibung eine höchst bedeutende Rolle spielt, und auf welche ich hier nothwendig mit einigen Worten hinweisen muß. Schon der gemeine Radschuh, dessen man sich bedient, um durch vermehrte Reibung die Bewegung eines bergab fahrenden Wagens zu verzögern, ist ein hierher gehöriges Beyspiel. Die Wirkung der Schnurräder gründet sich einzig und allein auf die Reibung (§. 71); diese ist ferner eine höchst wichtige und schätzbare Eigenschaft der Schraube (§. 62). Eine ziemlich ungewöhnliche Benützungsart der Reibung ist (§. 77) angegeben worden; mehrerer anderen Fälle nicht zu gedenken. Man würde sich ohne Zweifel der Reibung mit Vortheil bedienen können, um eine schnelle Bewegung bey Maschinen zu mäßigen; allein dieses geschieht nur höchst selten, weil die mit der Reibung jedesmahl verbundene Abnutzung der Theile den beabsichtigten Vortheil wenigstens wieder aufheben würde. Außer dem schon genannten Radschuh will ich hier noch einer Vorrichtung erwähnen, welche gebraucht werden kann, um augenblicklich die Bewegung einer

Rolle, eines Rades u. dgl. zu hemmen. Wenn a (Taf. XVI, Fig. 12) diesen Maschinentheil vorstellte, über dessen Stirn etwa eine Schnur gelegt seyn kann, so befindet sich über ihm eine excentrisch sich drehende Scheibe b, welche in der gegenwärtigen Lage die Bewegung von a frey gestattet, sie aber sogleich aufhält, wenn durch Anziehen der Schnur c, der weiter vom Mittelpunkte abstehende Theil mit dem Umkreise von a in Berührung gebracht, und zur Reibung an demselben gezwungen wird.

II. Widerstand der Luft.

§. 148.

Jeder Körper, der sich in der Luft bewegt, muß, damit er seine Bewegung ungestört fortsetzen kann, die ihm im Wege befindlichen Theile der Luft beseitigen, und erleidet dadurch einen Widerstand, der zwar zu unbedeutend ist, um bey großen Maschinen in Betrachtung zu kommen, den man jedoch dort, wo er von Wichtigkeit ist, nie ganz wegzuschaffen, wohl aber sehr zu vermindern vermag.

Der Widerstand der Luft verdient hauptsächlich bey kleinen und zartgebauten Maschinen (z. B. bey genauen Uhren) und in jenen Fällen, wo sich gewisse Theile sehr schnell bewegen, Aufmerksamkeit. Man hilft ihm größtentheils dadurch ab, daß man die der Luft entgegengehenden Flächen des bewegten Körpers nach Möglichkeit verkleinert, und dadurch die Größe der zu beseitigenden Luftmenge verringert. Aus dieser Ursache geschieht es hauptsächlich, daß man die Beschwerung der Pendel linsenförmig macht (§. 130), die Kanten der Schwungräder und Schwungflügel abrundet oder zuschärft (§. 125, 4.) u. s. w.

So wie man indessen hier den Widerstand der Luft als Hinderniß der Bewegung zu vermeiden sucht, so weiß man ihn bey andern Gelegenheiten wieder trefflich zu benützen, und vergrößert ihn zu diesem Behufe absichtlich. Dieses geschieht insbesondere bey den Windfängen (§§. 141. 142).